



(<https://www.donhighend.de>)

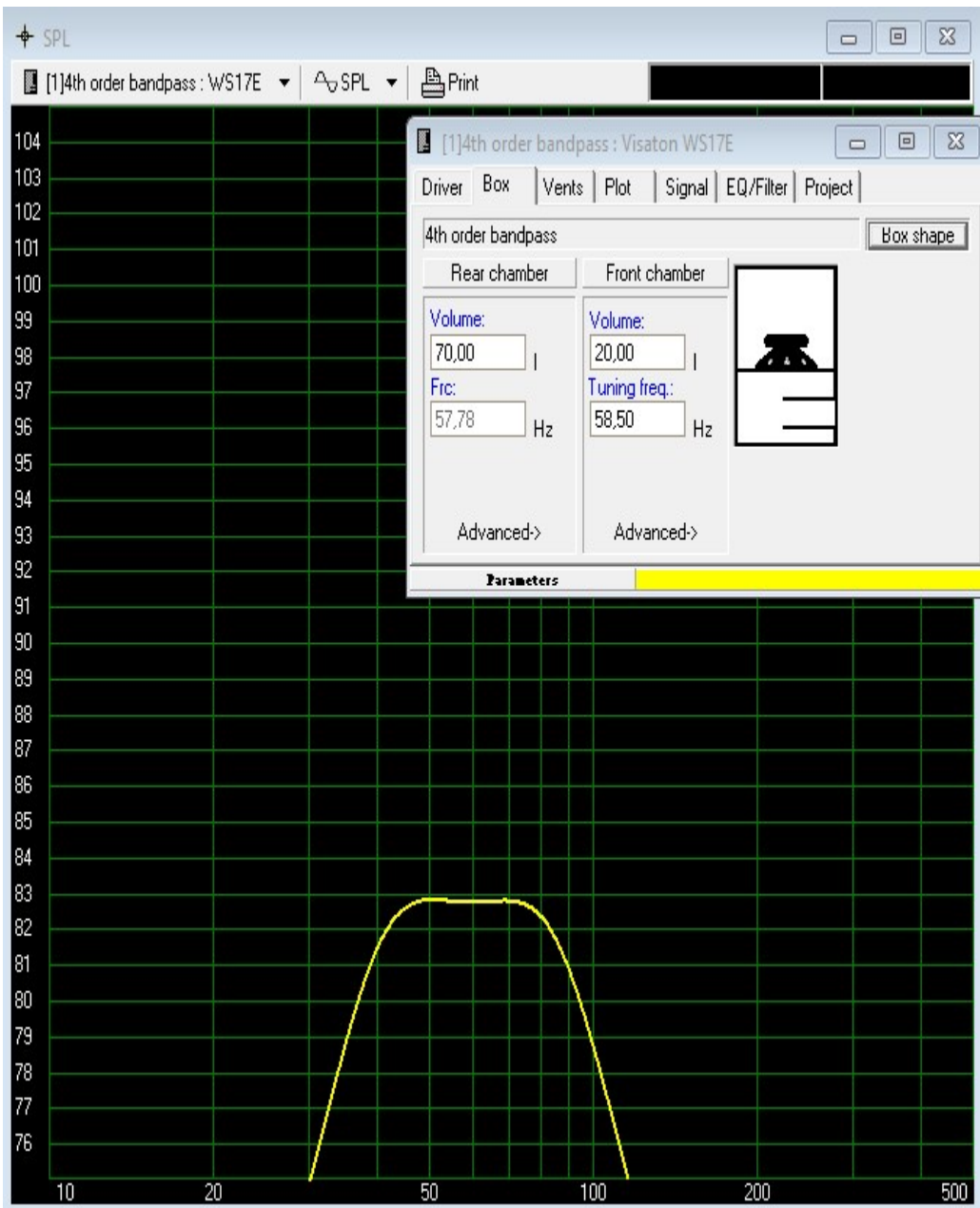
🔍 Zurück zu Eigene Entwicklungen (https://www.donhighend.de/?page_id=4401)

Let's Dance

- 🖨️



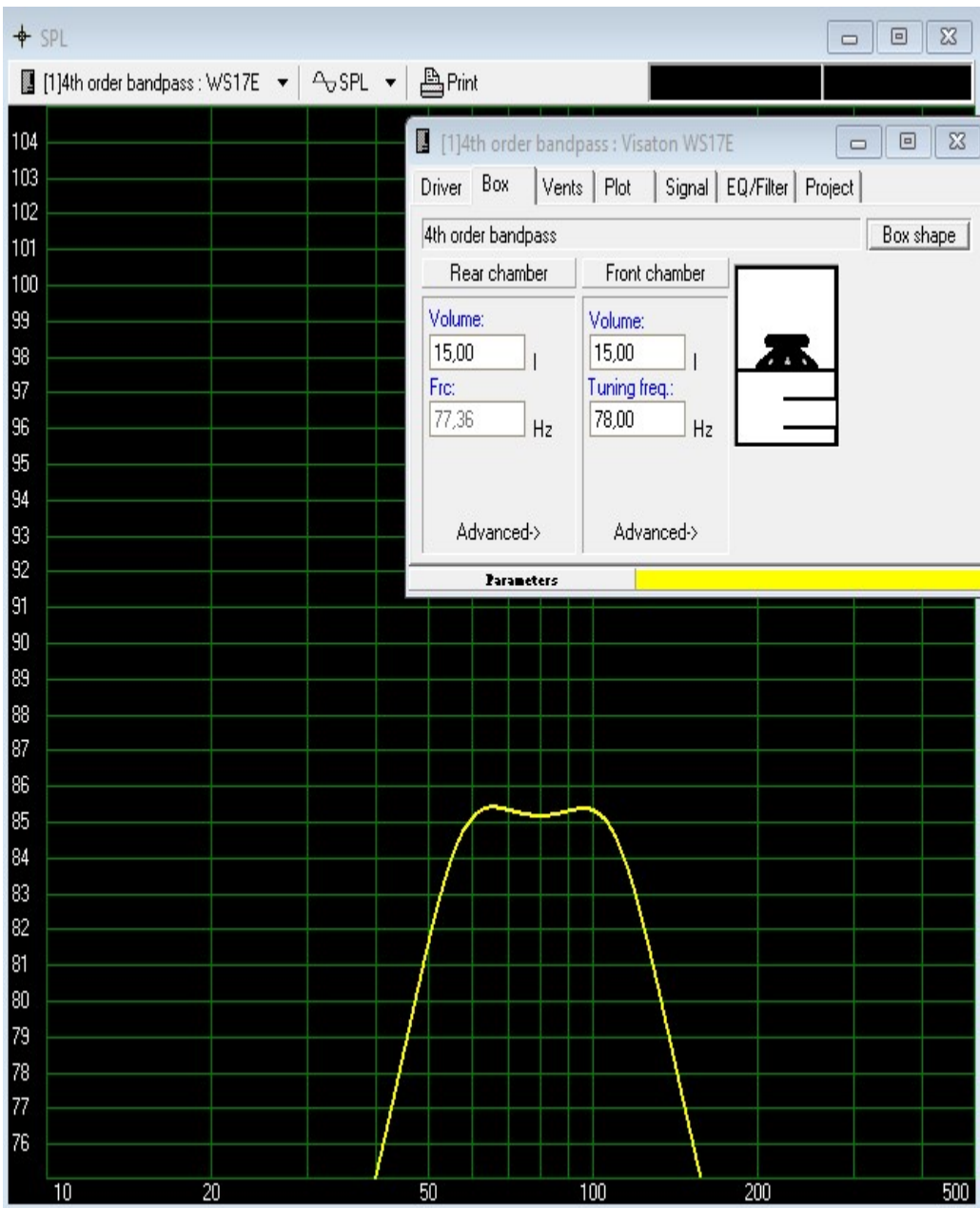
Inspiziert durch den hervorragend funktionierenden Bandpass Subwoofer „Gargamel“ meines D.A.U. Freundes Oli habe ich in der vergangenen Zeit einige vorhandene Chassis auf ihre Tauglichkeit in einem Bandpass Gehäuse simuliert. Neben einigen anderen Überraschungen fiel mir ein kleiner preiswerter Haaner sehr angenehm auf. Der WS17E (<https://www.visaton.de/de/produkte/chassis/tieftoener/ws-17-e-4-ohm>) in der 4 Ohm Ausführung läuft ganz hervorragend in einem einfach ventilierten Bandpass. Für eine optimale und fehlerfreie Performance muss das Gehäuse allerdings sehr groß werden. Insgesamt 90 Liter Luft schlägt WinISD bei automatisierter Simulation vor. Für einen 17er der preiswerten Sorte ist das entschieden zu viel.



WinISD Simu WS17E/4 in 90 Liter Bandpass Gehäuse

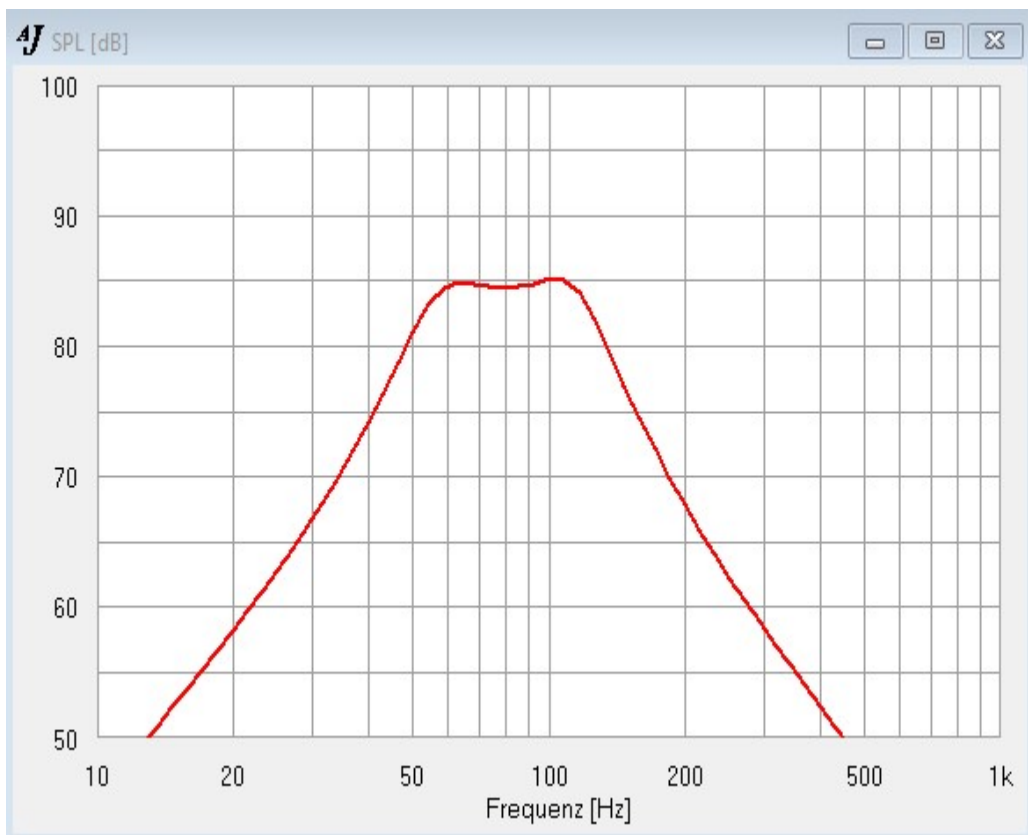
Zum Glück bringen Bandpässe eine sehr angenehme Eigenschaft mit. Bis zu einer gewissen Grenze kann man die Kammern verkleinern, ohne dass die dadurch entstehenden Überschwinger, auch Ripple genannt, sich negativ bemerkbar machen. Mit der Variation der beiden Volumina und der Abstimmungsfrequenz kann man überdies auch noch den Pegel beeinflussen.

Letztlich bin ich bei einem Gesamtvolumen von 30 Litern gelandet, welche mit je 15 Litern vor und hinter der Membran genau halbiert werden. Auch hier sind natürlich Variationen möglich, die ich an dieser Stelle nicht weiter erörtere.



WinISD Simu WS17E/4 in 30 Liter Bandpass Gehäuse

Der Ripple, also die kleinen Hubbel an den Flanken, ist nicht der Rede wert. Mit irgendwas im Bereich 0,2 – 0,3dB ist er in der Praxis nicht wahrnehmbar. Die kleineren Volumina führen zu einem etwas höheren Pegel, jedoch auch zu einer höheren unteren Grenzfrequenz. AJHorn simuliert ein sehr ähnliches Verhalten.



AJHorn Simu WS17E/4 in 30 Liter Bandpass Gehäuse



Visaton WS17E

TSP (Mittelwerte aus 2 Chassis)

- F_s : 51,15 Hz
- M_{ms} : 14,9 Gr
- C_{ms} : 0,66 mm/N
- S_d : 147,3 cm²
- V_{as} : 19,31 L
- R_e : 3,31 Ohm
- BL : 4,15 N/A
- Q_{ms} : 3,06
- Q_{es} : 0,92
- Q_{ts} : 0,70
- L_e : 0,62 mH
- Spl : 90,22 dB

Der geneigte Leser wird sicherlich vermuten, dass eine solche Konstruktion nach einem sehr tief ankoppelbaren Mitteltöner schreit und zudem als drittes Chassis einen Hochtöner benötigt. Zusammen mit den für eine solche 3-Wege Konstruktion erforderlichen Bauteilen wären die Kosten nicht unerheblich. Zu dem preiswerten WS17E passt monetär ein preisgünstiger Breitbänder viel besser. Groß genug muss er sein, für die notwendige tiefe Trennung. Andererseits muss er auch genug Pegel und Hochtonenergie mitbringen. Schön wäre, wenn er zudem noch einfach zu beschalten wäre. Einmal mehr geht der Blick hier in Richtung der vielzitierten „eierlegenden Wollmilchsau“.

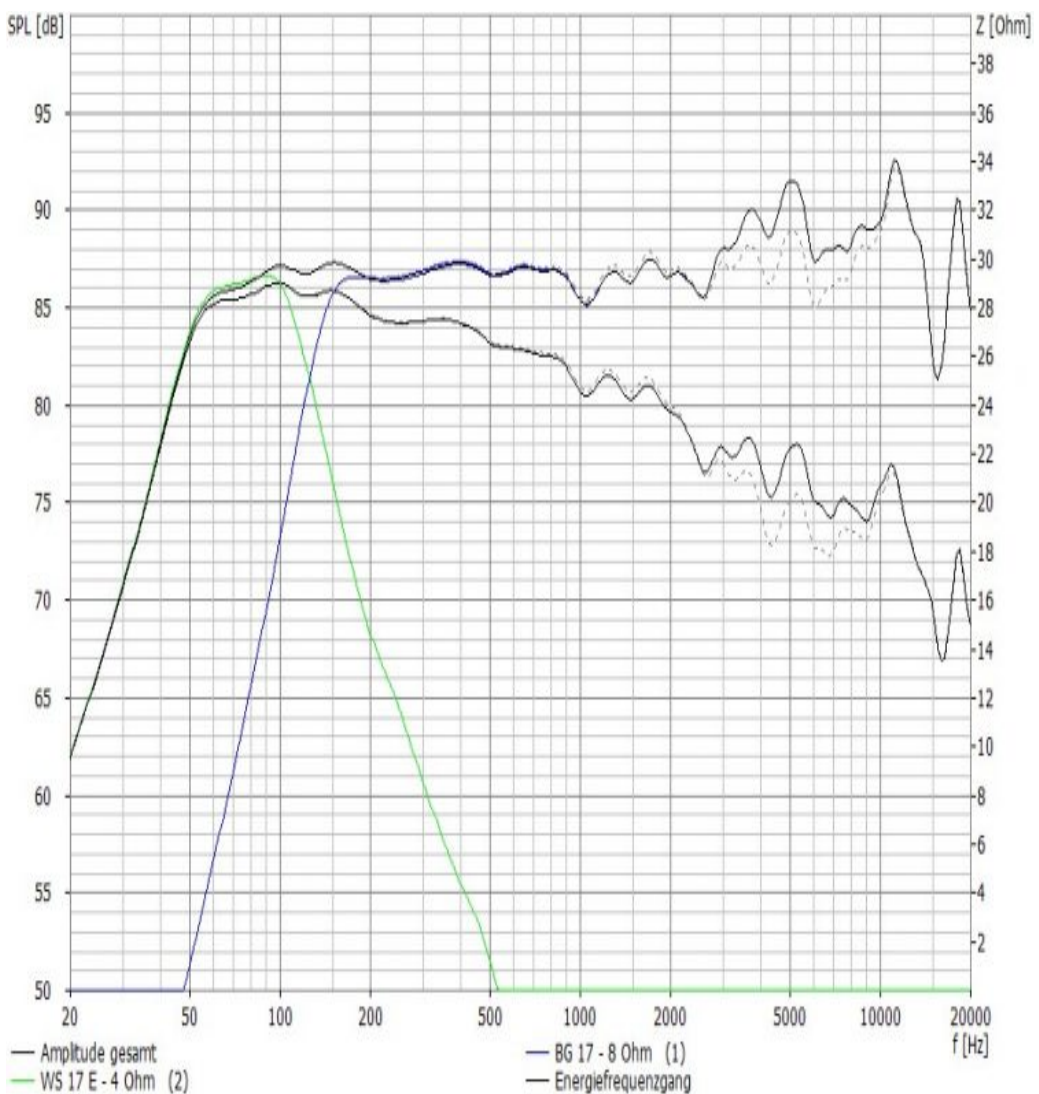
Warum also in die Ferne schweifen, wenn das Gute doch so nah liegt? In den Haaner Regalen findet sich nämlich ein Breitbandchassis, welches dort eher einen Dornröschenschlaf fristet. Einige werde es vielleicht schon vermuten, dass hier die Rede vom BG17 (<https://www.visaton.de/de/produkte/chassis/breitband-systeme/bg-17-8-ohm>) ist.



Visaton BG17

Viele Highlights wirft der BG17 nicht in die Waagschale. Er verfügt über einen einfachen, aber ordentlichen Blechkorb, eine leichte Papiermembran mit Schwirrkonus und über einen TSP Satz, der einen sinnvollen Standalone Einsatz nicht begünstigt. Seine nur geringe Hubfähigkeit und das recht hohe f_s würden eine veritable Basswiedergabe ebenfalls vereiteln. Davon befreit und mit ein paar kleinen preiswerten Korrekturbauteilen beschaltet wird der kleine Pappkamerad aber zum idealen Spielpartner für den Bandpass.

Erste Versuche habe ich, in Ermangelung eines BG17, mit den in Boxsim vorhandenen Datensätzen vorgenommen. Natürlich stimmen Simulationen mit diesen Datensätzen i. a. R. nicht mit dem realen Ergebnis überein, aber für eine grobe Machbarkeitsstudie sind sie durchaus nützlich. Schön ist jedenfalls, dass auch Boxsim eine den beiden obigen Simulationen sehr ähnliche Voraussage für das Verhalten des Bandpasses prognostiziert.

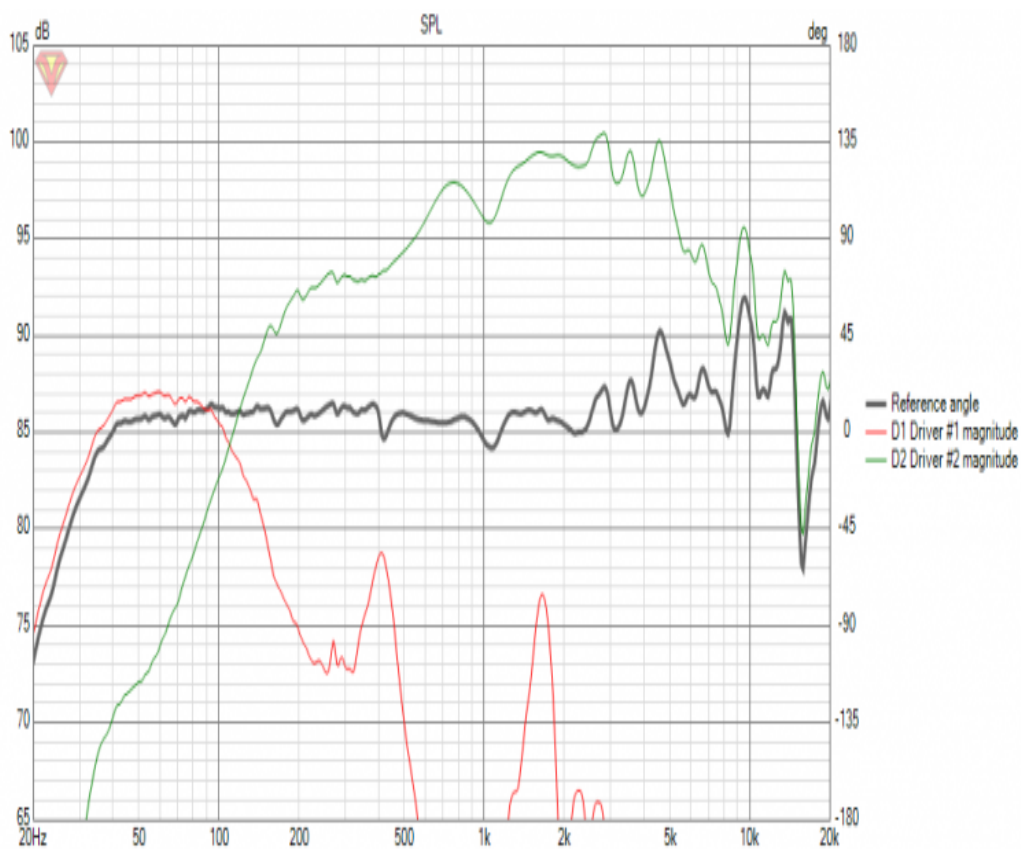


Erste Vorabsimulation Visaton WS17E/4 + BG17

Die beiden unterschiedlichen Ergebnisse sind einmal auf möglichst linearen Achsenfrequenzgang (gestrichelt) und einmal auf gleichmäßiges Energieverhalten (durchgezogen) optimiert. Die Praxis wird zeigen, ob sich die wirklich so einfach

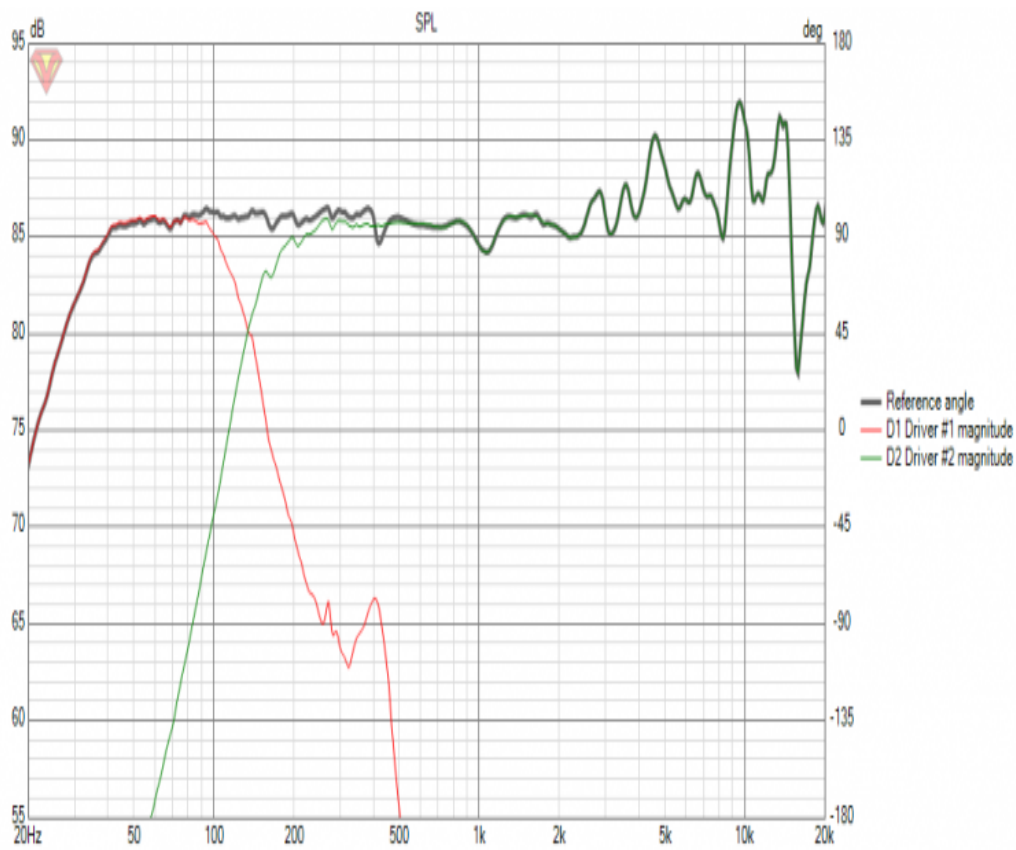
bewerkstelligen lässt.

Flugs wurde ein Paar BG17 geordert, welche bereits am nächsten Tag eintrafen. Nachdem ein schnelles Testgehäuse gezimmert und bedämpft war, wurden die Chassis verbaut, und erste Messungen für eine korrekte Simulation konnten erfolgen.

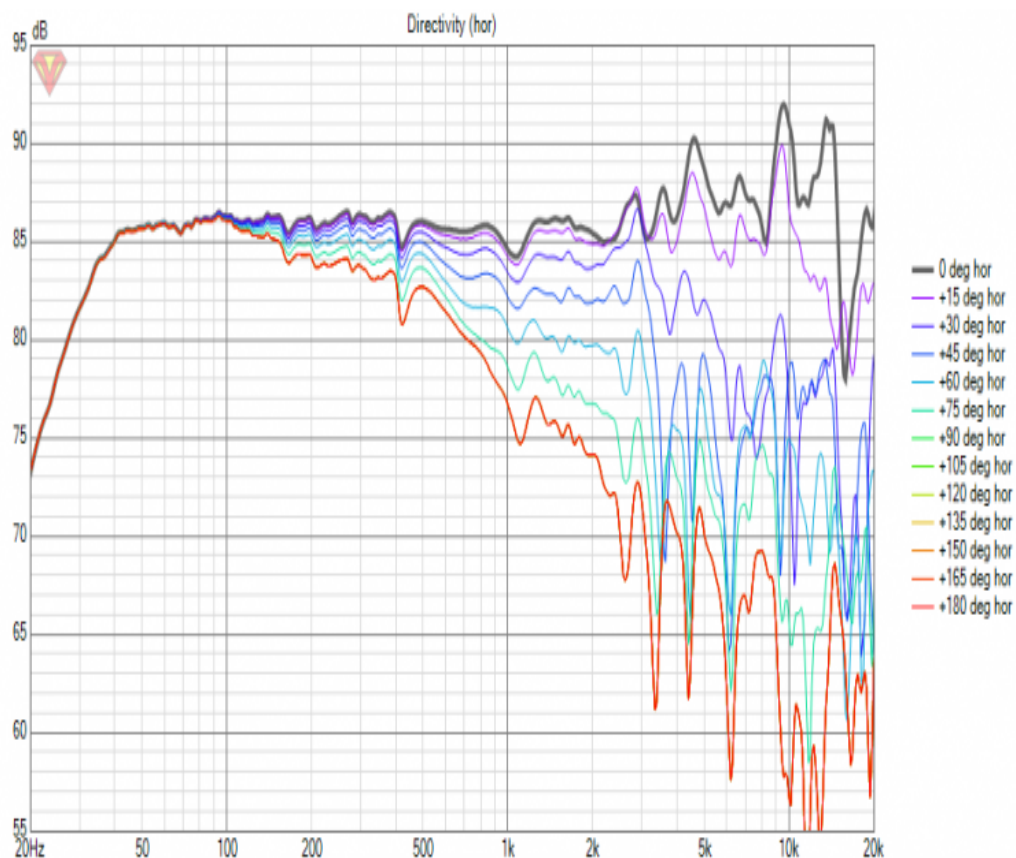


Let's Dance Simulation 0° vs. unbeschaltete Einzelzweige

Die Messung des unbeschalteten WS17E im Bandpassgehäuse zeigt, entgegen landläufiger Annahme, dass eine hinreichende Filterung durch dieses Gehäuseprinzip alleine nicht erfolgt. Zu stark schlagen die unvermeidlichen Resonanzen durch. Dies macht eine Beschaltung mit einem klassischen Tiefpassfilter unumgänglich. Erst danach reduzieren sich die Resonanzen bis auf unbedeutende Fragmente in der abfallenden Flanke.

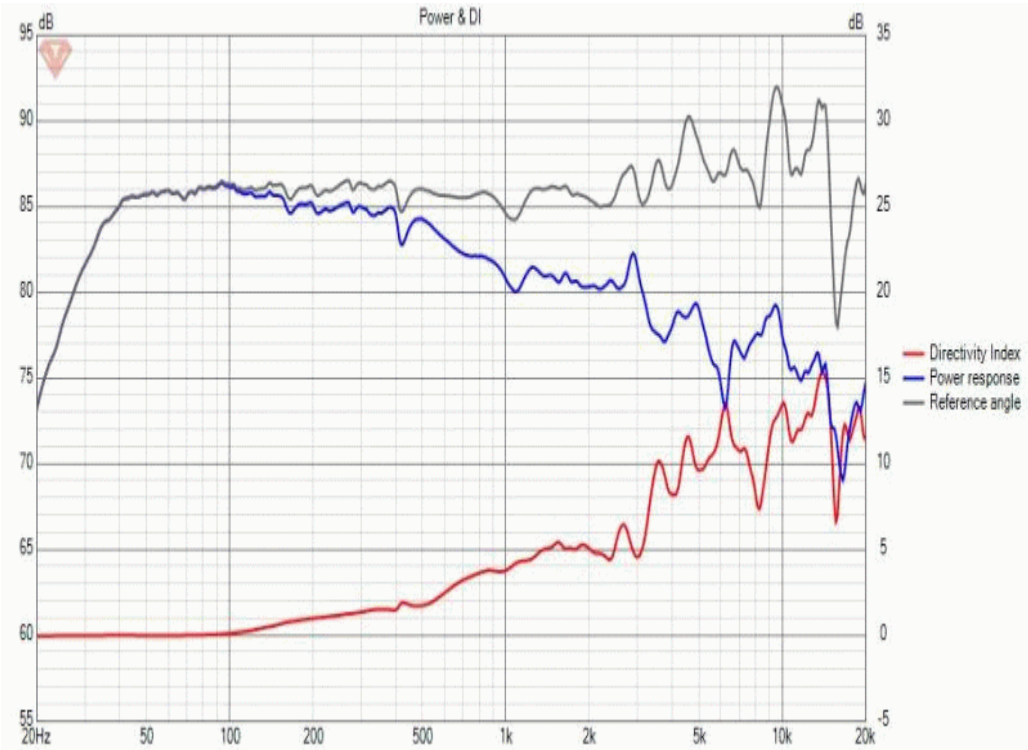


Let's Dance Simulation 0° + Einzelzweige



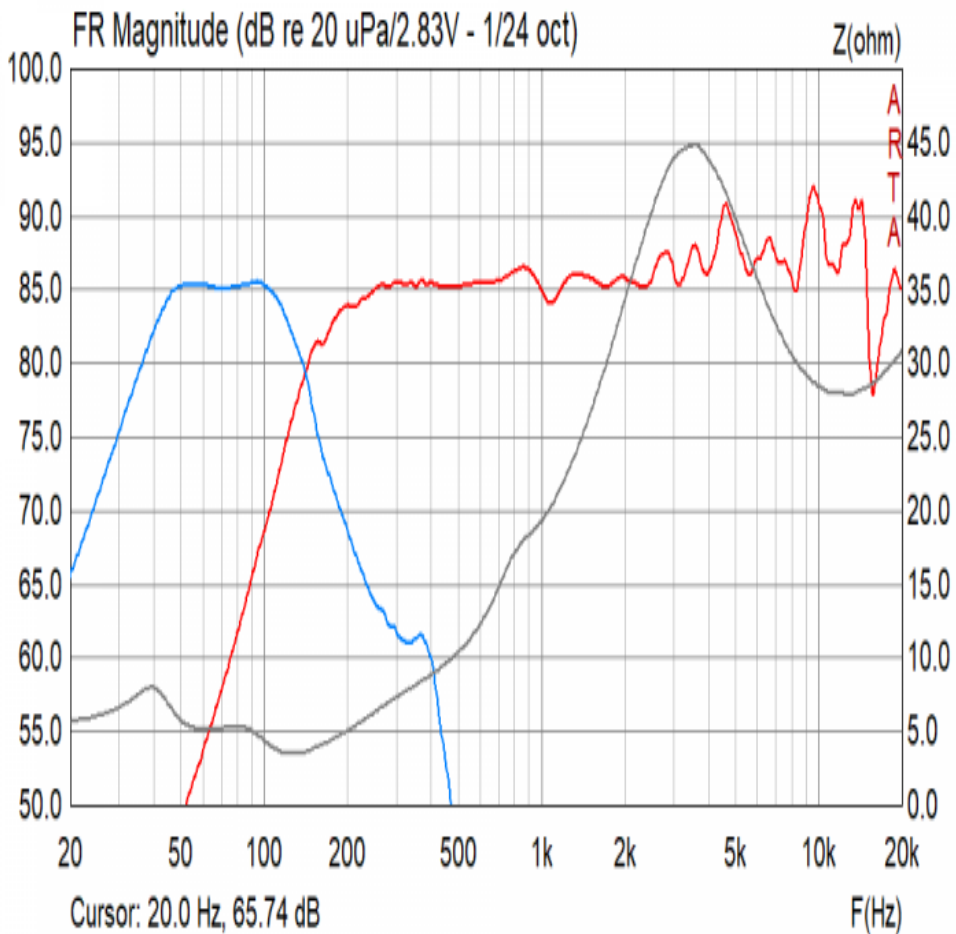
Let's Dance Simulation 0° – 90°

Da größere Breitbänder im Hochtonbereich zu starker Bündelung neigen, ist eine Anpassungsmöglichkeit des Hochtonbereichs mitunter sehr sinnvoll. Allein durch die Dimension eines einzigen Bauteils lässt sich die Energieabgabe fein dosieren.



Let's Dance Hochtonenergie mit 1,2 μ F vs. 1,5 μ F vs. 1,8 μ F im zweiten Sperrkreis

Die realen Messungen am lebenden Objekt decken sich erwartungsgemäß mit den Simulationen. Es ist immer wieder erstaunlich, wie gut und zuverlässig moderne Simulationstools arbeiten.



Current file: port.pir-

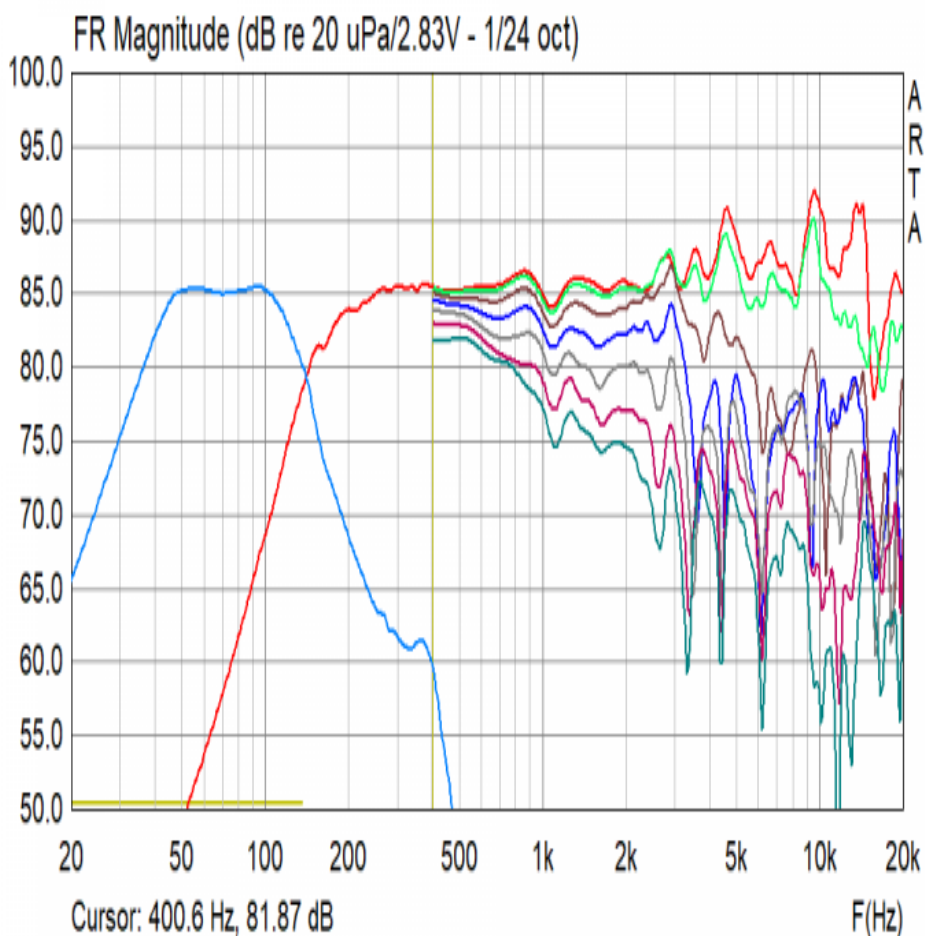
2022-08-23 20:59:24

Overlay files: bb_nah.pir- port.pir-

Let's Dance 0° Fernfeld + Nahfeld + Bandpass

Let's Dance 0° Fernfeld + Nahfeld + Bandpass + Impedanzverlauf

Die Impedanz sinkt bei ca. 140 Hz auf 3,7 Ohm, was die Let's Dance als Norm konforme 4 Ohm Box klassifiziert. In aller Regel sollte ein Verstärker damit nicht in Bedrängnis geraten.



Current file: bb_90_g.pir-

2022-08-23 20:31:07

Overlay files: bb_nah.pir- port.pir- bb_15_g.pir- bb_30_g.pir- bb_45_g.pir-

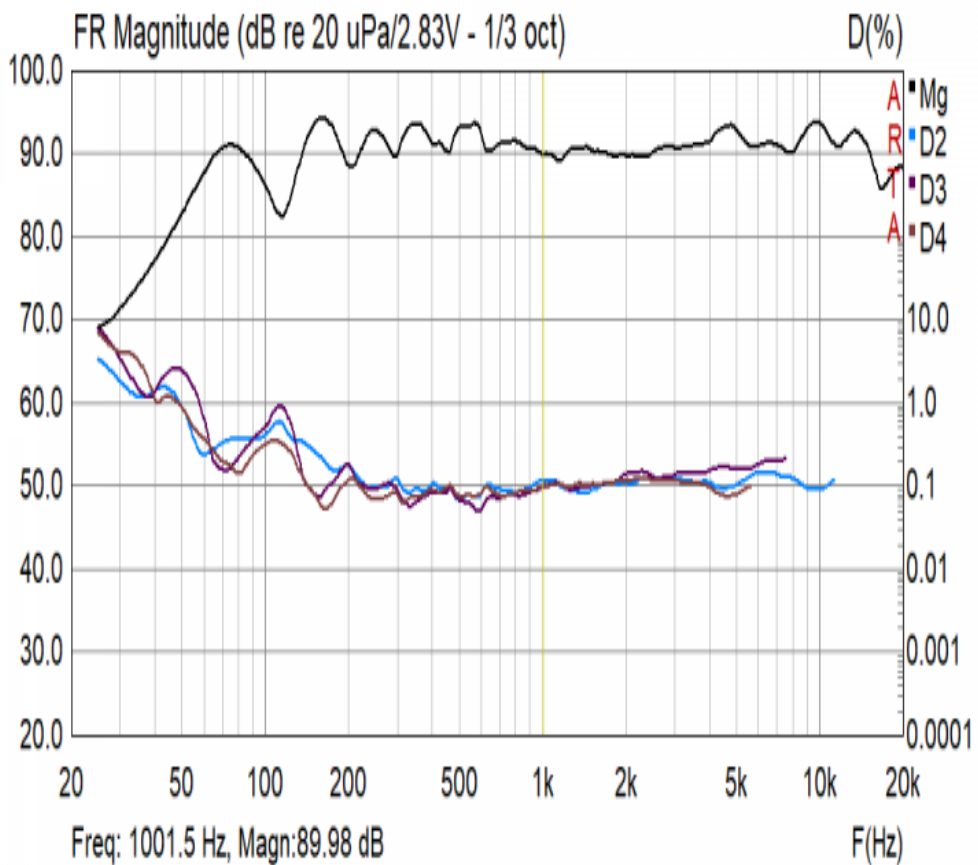
bb_60_g.pir- bb_75_g.pir- bb_90_g.pir-

Let's Dance 0° - 90° + Nahfeld BB + Bandpass

Let's Dance Messung 0° - 90° + Nahfeld + Bandpass

Für die Messungen wurde im zweiten Sperrkreis ein Kondensator mit $1,2\mu\text{F}$ verbaut. Mir gefällt es in dieser Variante am besten. Bei den Messungen habe ich mir das Fügen des Bandpasses gespart.

Der preiswerte BG17 macht seine Sache sehr ordentlich, und obwohl die Let's Dance kein Pegelmonster ist, sind die Verzerrungswerte sehr ordentlich.

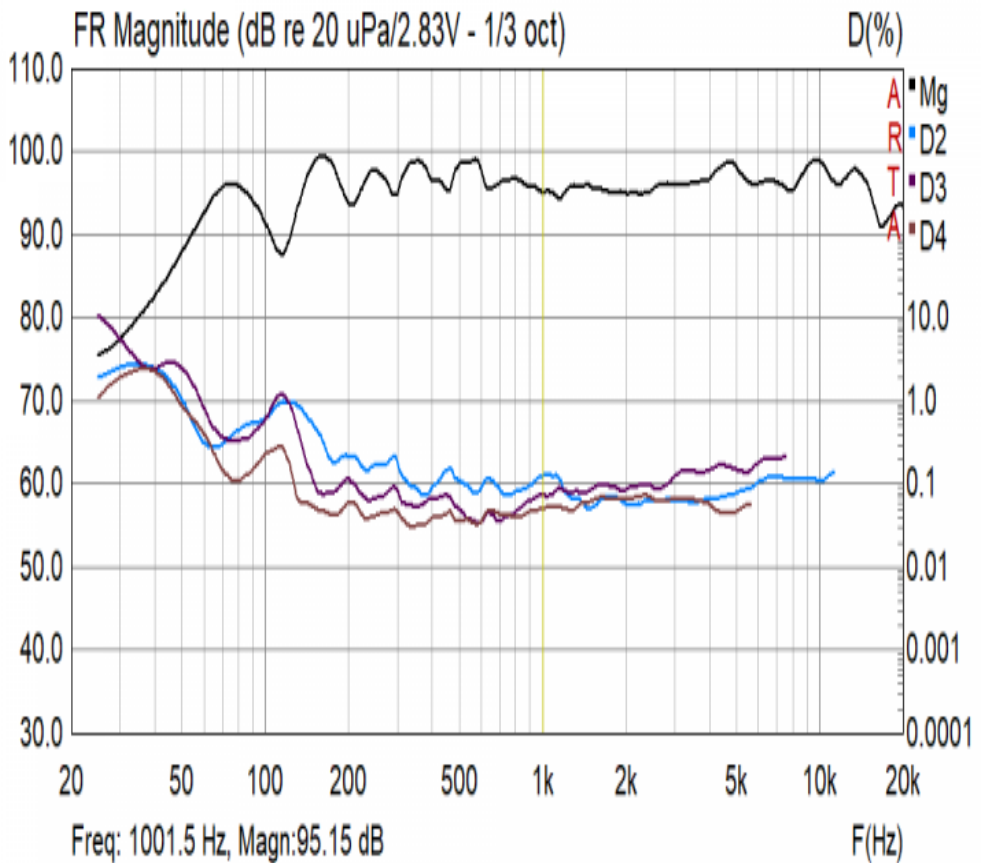


Current file: Untitled

2022-08-23 19:11:40

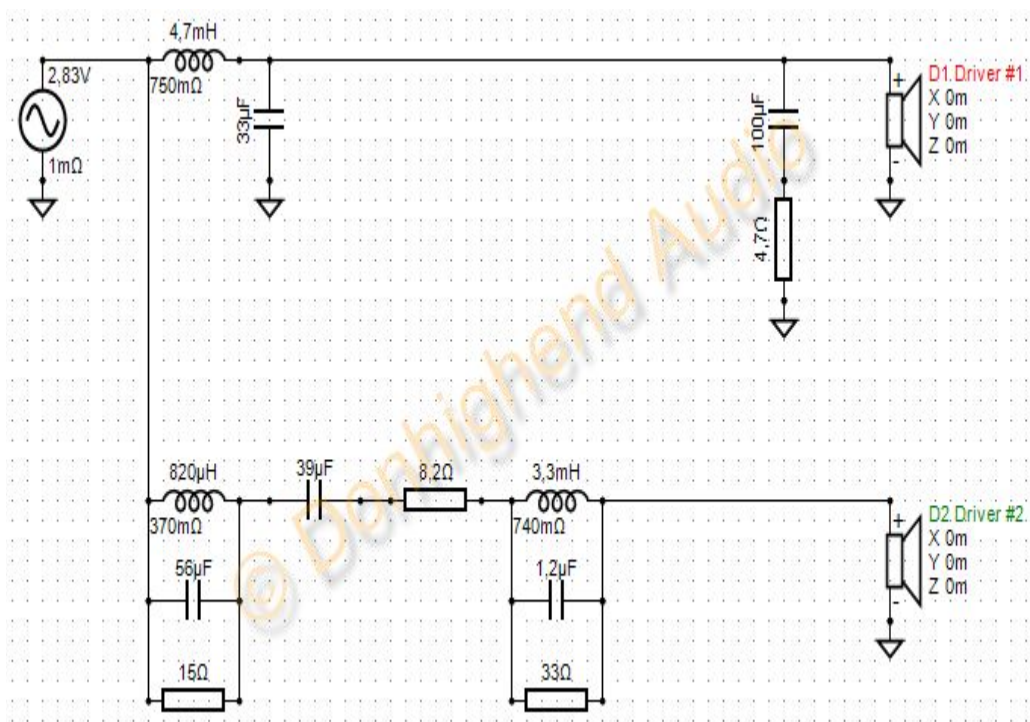
Let's Dance Klirr @ 90dB

Let's Dance Klirr @ 90dB



Let's Dance Klirr @ 95dB

Die Schaltung wurde so einfach wie möglich gehalten. Passend zu den Chassis finden günstige Bauteile Verwendung. So werden die Spulen als preiswerte Kern Varianten mit 0,7mm Draht ausgeführt. Alle Kondensatoren, bis auf den kleinen Kondensator im zweiten Sperrkreis, sind Elkos. Als Widerstände kommen preiswerte Zementtypen zum Einsatz.

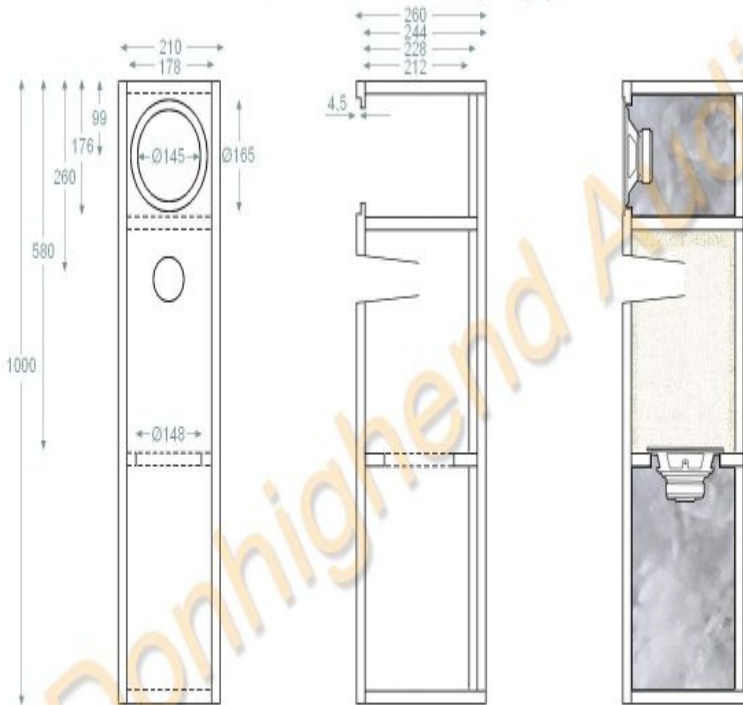


Let's Dance Weichenplan

Um den Einkauf der Bauteile möglichst einfach zu gestalten, habe ich für die Let's Dance einen Warenkorb mit Preisstand vom 17.08.2022 vorbereitet.

Warenkorb PDF
<https://www.donhighend.de/wp-content/uploads/2022/08/Warenkorb-16.08.2022.pdf>

"Let's Dance" Bau- und Bedämpfungsplan



Plattenstärke: 16 mm, Rückwand einspringend mit geeignetem Dichtband auf umlaufenden 16 mm Rahmen und Teiler schrauben.

Portdurchmesser: 70 mm, Portlänge +/- 120 mm

Bedämpfung:

Kammern hinter dem BG17 und WS17E vollständig mit Polyesterwatte etwas gepresst füllen.

Wände der Reflexkammer mit Fibersorb50 (oder vergleichbarem Polystervlies $\geq 500\text{g/m}^2$) bekleben. Deckel oberhalb des Ports doppellagig.

Let's Dance Bau- und Bedämpfungsplan (vergrößern -> rechte Maustaste -> Grafik in neuem Tab öffnen)

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.

Wie klingt es denn nun? Es klingt überraschend gut. Breitbändertypisch ist die Ortbarkeit einzelner Schallquellen hervorragend. Die Bühnenstaffelung funktioniert wirklich ausgezeichnet. Der Hochtonbereich ist keineswegs unterbelichtet. Alles passt, nichts zischelt. Die Stimmenwiedergabe ist auch erstaunlich gut. Niemand würde einen solch preiswerten Lautsprecher vermuten, der darüber hinaus noch einiges an Modifikationspotential bietet. Dem Hochtonbereich lässt sich durch die Variation des Kondensatorwertes im zweiten Sperrkreis auf einfache Weise etwas mehr „Pfeffer“ angedeihen. Der recht tief reichende Bass kann durch Veränderung der Portlänge recht einfach dosiert werden. Für mehr Pegel im Bass einfach den Port kürzen, bis der persönliche Geschmack, oder die gewünschte Anpassung an den Raum gefunden ist. Bei Verlängerung des Ports wird der Bass leiser. Interessant kann dies bei wandnaher Aufstellung sein. Bei Experimenten mit der Portlänge empfehle ich zentimeterweises Vorgehen. Da tut sich schneller was, als man vielleicht glauben mag. Und nun, let's dance...

🗨️ 4 Kommentare

[Zum Kommentar-Formular springen](#) 🔗

1.

◦ ◦ Ingo auf 30. August 2022

◦ # (https://www.donhighend.de/?page_id=8974#comment-18234)

Hallo Alex, ein toller Lautsprecher, weil er abseits normaler Konzepte erdacht wurde! Klasse! Der wird bei einigen Hörern für einen offenen Mund sorgen, weil niemand einem günstigen Breitbänder eine so stressfreie Performance zutraut. Ich könnte mir gut vorstellen, dass man kleine Gartenpartys damit auch gut beschallt bekommt. Das Pegelschwächste Glied ist dann der WS17E?

2 kleine Fragen hätte ich:

1. Warum ist es der WS17E geworden? Ich kenne bisher wenig Bausätze mit dem Chassis, der Antrieb ist schon sehr schwach ausgelegt- eigentlich ist der doch nur etwas für offene Schallwände. Die Einbaugüte im Gehäuse dürfte auch entsprechend hoch sein?

2. Bei der MarkO von Hifi-Selbstbau wurde der Resonator „modifiziert“, um Portresonanzen zu beseitigen- sehr interessant wie ich finde. Wäre das hier auch prinzipiell denkbar, um auf die Weichenbauteile des Tieftöners verzichten zu können?

Weiter so! Let's Dance & viele Grüße

2.

◦ ◦ admin () auf 30. August 2022

Autor

◦ # (https://www.donhighend.de/?page_id=8974#comment-18236)

Hallo Ingo,

die Let's Dance ist ein Lautsprecher, der quasi aus einer Laune raus entstanden ist. Ich wollte halt mal mit einem Bandpass experimentieren. Da der WS17E vorhanden war, wurde er Teil des Projekts. Die BG17 vervollständigen das zu einem kompletten Lautsprecher. Es sollte halt preiswert werden. Das ist gelungen. In dem Bandpass wird der WS17E „lauter“ als er in einem konventionellen Gehäuse spielen kann, und auch der Hub hält sich in Grenzen. Natürlich ist irgendwo Schluss, und ob man den Lautsprecher für die Beschaltung einer Gartenparty einsetzen sollte, weiß ich nicht. Das käme auf einen Versuch an. Die Resonanzen halten sich in deutlichen Grenzen, da ich das ventilierte Volumen auch leicht bedämpft habe. Das sollte man grundsätzlich tun. Die Beschaltung wird in jedem Fall benötigt. Die Filterwirkung des Bandpasses allein reicht definitiv nicht aus.

Viele Grüße, Alex

3.

◦ ◦ Christian Steinhöfer auf 17. Januar 2023

Hallöchen Alex,

will meinen Senf zu den Let's Dance abgeben. Ich habe diesen Lautsprecher für einen guten Freund nachgebaut, weil er Musik mit einer winzigen Bluetooth Box gehört hat und sein Flachbild Fernseher mit dessen eingebauten Lautsprechern doch sehr dünn klang.

Ich habe mich für die Let's Dance entschieden, erstens, weil ich schon vom Anblick angefixt war (irgendwie haben sie was an sich, was mir gefällt), zweitens, weil ich mal was mit einem großen Breitbänder ausprobieren wollte und schließlich drittens, weil die Aufstell-Situation in seinem Wohnzimmer begrenzend gewirkt hat.

Zur Aufstellung muss ich noch ergänzend was schreiben: der Fernseher steht direkt an der Rückwand auf einem Regal, welches nicht tiefer als 25cm von der Wand entfernt in den Wohnraum steht. Da war der Hinweis aus dem letzten Absatz deines Artikels Gold wert. Aus einigen Diagrammen und aus Erfahrungen mit Lautsprechern, die zur freien Aufstellung gedacht sind und die nahe einer Wand betrieben wurden, wusste ich, dass die Musikwiedergabe an völlig aufgedicktem Bassbereich krankt und nicht gut klingt. Das wollte ich bei meinem Freund im Wohnzimmer eben nicht reproduzieren.

Letztes Wochenende war es dann soweit. Die Lautsprecher stehen an ihrem Platz, direkt an der Wand. Wir haben sie aufgestellt, die Bassreflexrohre ungekürzt nur in ihre Löcher gesteckt und probegehört. Der Bass war zu leise, aber dafür richtig tief. Wir haben die Rohre dann etwa vier Centimeter gekürzt und das Ergebnis ist optimal. Der Klang der Let's Dance ist so, wie ich es von anderen Entwicklungen von Dir kenne und liebe: voll, klar, geschmeidig und entspannt.

Mein Freund war ganz aus dem Häuschen und seine Frau, die erst später vom Sport dazu kam, konnte es auch gar nicht glauben, wie gut Lautsprecher klingen können und dass sie jetzt solche in ihrem Wohnzimmer stehen haben.

Eins möchte ich aber auch noch geschrieben haben. Die BG17 sind sehr empfindliche, wehleidige Chassis. Durch ungeschicktes Hantieren in Hektik ist mir einer kaputt gegangen, weil er fast keinen Hub macht und daher kaum Toleranz hat bezüglich mechanischer Belastung hat.

Jedenfalls möchte ich meiner Begeisterung Ausdruck verleihen über diese tollen Lautsprecher, die wandnah, mit verlängertem Rohr, ganz hervorragend auf den Hörraum abgestimmt werden können und über eine außergewöhnliche Optik verfügen.

Vielen Dank für die Veröffentlichung der Pläne und viele Grüße,

Christian

◦ # (https://www.donhighend.de/?page_id=8974#comment-18431)

Hallo Christian,

herzlichen Dank für das schöne Feedback. Wie ich schon im Artikel schrieb, lässt sich der Pegel im Bass über die Länge des Ports recht gut einstellen. Prima, dass das bei euren Versuchen offenbar auch gut funktioniert hat. Deinem Freund wünsche ich jedenfalls viel Freude mit seinen neuen Lautsprechern.

Viele Grüße, Alex

Schreibe einen Kommentar

Deine Email-Adresse wird nicht veröffentlicht.

Deine Nachricht

Name

E-Mail

Website (optional)

Kommentar senden

In diesem Abschnitt

Eigene Entwicklungen (https://www.donhighend.de/?page_id=4401)

Alice 3.5a – Neuinterpretation einer Legende (https://www.donhighend.de/?page_id=10452)

eVIS (https://www.donhighend.de/?page_id=10183)

Rocky (https://www.donhighend.de/?page_id=10033)

In Between – kleine TQWT mit Tiefgang (https://www.donhighend.de/?page_id=9950)

overSEAS (https://www.donhighend.de/?page_id=9543)

Kaimana – edler 2 Wege Lautsprecher (https://www.donhighend.de/?page_id=8833)

Let's Dance (https://www.donhighend.de/?page_id=8974)

Poorman's (https://www.donhighend.de/?page_id=9167)

minimAL130 (https://www.donhighend.de/?page_id=9087)

Alta Voce (https://www.donhighend.de/?page_id=8971)

Conetto – 2 Wege TQWT mit Konus Chassis (https://www.donhighend.de/?page_id=8835)

Kaventsmann (https://www.donhighend.de/?page_id=7616)

Hotte – Das Zufallsprojekt (https://www.donhighend.de/?page_id=7846)

Penny Stock (https://www.donhighend.de/?page_id=7749)

Bargain (https://www.donhighend.de/?page_id=7671)

Spee-dy (https://www.donhighend.de/?page_id=7575)

Ball Pen (https://www.donhighend.de/?page_id=7509)

Fiancino (https://www.donhighend.de/?page_id=7349)

Fianco (https://www.donhighend.de/?page_id=7291)

Pink Panther (https://www.donhighend.de/?page_id=7100)

Focus (https://www.donhighend.de/?page_id=6812)

Yps (https://www.donhighend.de/?page_id=6894)

Italian Pony (https://www.donhighend.de/?page_id=6762)

Countach (https://www.donhighend.de/?page_id=6288)

Three-Sixtyfive – 3 Wege TQWT mit Dome-MT (<https://www.donhighend.de>)

/?page_id=6034)
Italian Stallion (https://www.donhighend.de/?page_id=5291)
Crazy Again (https://www.donhighend.de/?page_id=5022)
Wavetube 152 (https://www.donhighend.de/?page_id=3206)
Against all Odds (Sieger DIY-Lautsprecher-Contest 2014) (https://www.donhighend.de/?page_id=1890)
Minimo (https://www.donhighend.de/?page_id=1627)
VISage (CT 271) (https://www.donhighend.de/?page_id=429)
Monalina (https://www.donhighend.de/?page_id=439)

Datenbanken

- Boxsim Projektdatenbank (<http://boxsim-db.de/>)
- Chassis Messungen VCLLabs (<https://vcllabs.com/transducers/>)
- Hificompass – Messungen vieler Chassis (<http://hificompass.com/en/speakers/measurements>)
- TSP Datensammlung Altec (<http://alteclansingunofficial.nlenet.net/Thiele-Small.html>)
- TSP Datensammlung AmpsLab (<https://ampslab-spk.com/thiele-small-parameters/>)
- TSP Datensammlung Angelicaaudio (<http://www.angelicaaudio.cz/tesla/reproduktory-tvm/>)
- TSP Datensammlung Audax (Madisound) (<http://www.geocities.ws/pd071/audax.pdf>)
- TSP Datensammlung Audax (Werk) (<http://www.audax.com/archives.php>)
- TSP Datensammlung audio-exite (http://www.audioexcite.com/?page_id=178)
- TSP Datensammlung audioweb.cz (<http://www.audioweb.cz/viewtopic.php?id=15632>)
- TSP Datensammlung Canini Altoparlanti (<http://www.caninialtoparlanti.it/Thiele1.htm>)
- TSP Datensammlung Coral (<https://www.hifi-studio.de/ratgeber/coral-lautsprechersysteme/>)
- TSP Datensammlung D-S-T (<http://www.d-s-t.com.au/drivers/speakers.htm>)
- TSP Datensammlung datasheets.pl (<http://datasheets.pl/elektroakustyka/glosniki/glosniki/1.html>)
- TSP Datensammlung diy-loudspeakers (<http://site.diy-loudspeakers.com/datasheets>)
- TSP Datensammlung Dynaudio (<https://www.gattiweb.com/dynaudio-archive>)

- TSP Datensammlung Elektronikjk (<http://www.elektronikjk.pl/elektroakustyka/glosniki/glosniki/1.html>)
- TSP Datensammlung Hificompass (<https://hificompass.com/en/speakers/measurements>)
- TSP Datensammlung JBL Car-HiFi (<http://www.cieri.net/Documenti/JBL/Thiele-Small/jbl-car.htm>)
- TSP Datensammlung JBLpro (https://jblpro.com/en/discontinued_products)
- TSP Datensammlung Loudspeakerdatabase (<http://www.loudspeakerdatabase.com>)
- TSP Datensammlung McFadden (<http://www.rdrop.com/users/billmc/speakers.txt>)
- TSP Datensammlung NedLab (http://nedlab.com/wp/?page_id=38)
- TSP Datensammlung pd071 (<http://www.geocities.ws/pd071/high.html>)
- TSP Datensammlung Petoindominique (<http://petoindominique.fr/php/lienhp.php>)
- TSP Datensammlung RCF (<http://www.toutlehautparleur.com/media/catalog/product/datasheet/rcf/RCFOldWoofers.pdf>)
- TSP Datensammlung Richard Allan (<http://www.hifisentralen.no/forumet/attachments/diy-og-utvikling-ha-yttalere-forsterkere-etc/343d1335551815-richard-allan-atlas-15-richard-allan.gif>)
- TSP Datensammlung Samodelka (<http://www.samodelka.ru/pictures/data/peerless/>)
- TSP Datensammlung Selfmadehifi (<http://www.selfmadehifi.de/param.htm>)
- TSP Datensammlung Siare (<http://img.xooimage.com/files41/c/d/2/caracteristiques-t-et-s-1e59605.jpg>)
- TSP Datensammlung SUP-Audio (https://www.sup-audio.com/assets/applets/drivers_data_tab_1.pdf)
- TSP Datensammlung Tannoy 1 (http://www.44bx.com/tannoy/Tannoy_ts.html)
- TSP Datensammlung Tannoy 2 (<http://www.hilberink.nl/tannoy/jpvanon/drivers.pdf>)
- TSP Datensammlung Visaton (http://www.visaton.de/downloads/tsp_daten_alt.htm)
- TSP Datensammlung Voice Coil (<https://audioxpress.com/categories/vc-testbench>)
- TSP und Simu-Files Wavecor (<http://www.wavecor.com/html/database.html>)

Empfehlenswerte Shops

- Audiophonics (<https://www.audiophonics.fr/en/>)
- Hifilager (<https://www.hifilager.de/home-hifi/lautsprecher-chassis>)
- Jukebox Revival (<https://www.jukebox-revival.eu/loudspeakers.html>)
- Peak LSV (<https://www.peak-lsv.de/>)
- Pollin Electronic (<https://www.pollin.de/>)
- Quint Store (<http://quint-store.com/>)
- Rumoh (<https://www.rumoh.eu/>)
- Soundimports (<http://www.soundimports.eu>)

- Speakerland (<https://www.speakerland.nl/>)
- TLHP (<http://www.toutlehautparleur.com/>)
- Variant HiFi (<https://www.variant-hifi.de/>)

Foren

- Der Akustische Untergrund @ Facebook (<https://www.facebook.com/groups/304972859996029/>)
- Visaton Diskussionsforum (<http://www.visaton.de/vb/index.php>)

Grundlagen

- Lautsprecher – Dichtung und Wahrheit (http://www.einklang-audio.com/buch/dichtung_und_wahrheit.pdf)
- RAE Handbuch (<http://shackman-electrostatic-loudspeakers.reromanus.net/rae%20handbuch%20v3%20korr2%20free.pdf>)

Interessante Seiten

- Der Akustische Untergrund (<http://www.der-akustische-untergrund.de>)
- Dipolplus (<http://www.dipolplus.de>)
- Gazza DIY Audio (<http://www.gazza-diy-audio.de/>)
- Humblehomemadehifi (<http://www.humblehomemadehifi.com/>)
- Quarter-Wave (<http://www.quarter-wave.com/>)
- Roul DIY (<https://www.roul-diy.de/>)

Magazine

- AudioXpress (<https://audioxpress.com/categories/vc-testbench>)
- HiFi-Selbstbau (<http://www.hifi-selbstbau.de>)
- Hobby HiFi (<http://www.hobby-hifi.de>)
- Klang + Ton (<https://klangundton-magazin.de/>)

Messen und Simulieren

- Acoustic Modelling Berechnung von Absorbern und Resonatoren (<http://www.acousticmodelling.com/>)
- AJHorn Gehäusesimulation (<http://www.aj-systems.de/>)
- Amroc Raummoden Kalkulator (<https://amcoustics.com/tools/amroc>)
- ARTA Messsoftware (<http://www.artalabs.hr/download.htm>)
- AudioCAD von Michael Uibel (http://audiocad.de/bauvor/audiocad/download/x_downl.htm)
- Audionet Carma (<http://www.audionet.de/apps/carma/>)
- audioTester Messsoftware (<http://www.audiotester.de/>)
- Bob Golds Raummoden Kalkulator (<http://www.bobgold.com/Mode/RoomModes.htm>)
- Boxsim Frequenzweichensimulation (<http://boxsim.de/>)

- Edge Schallwandsimulation (<http://www.tolvan.com/edge/>)
- Hobbybox Messsoftware (<https://www.audio-software.de/>)
- Hornresp Gehäusesimulation (<http://www.hornresp.net/>)
- Hunecke Lautsprecher Rechner (<http://www.hunecke.de/de/rechner/lautsprecher.html>)
- mh Audio Online Tools (<http://www.mh-audio.nl>)
- Online Tongenerator (<http://www.onlinetonegenerator.com/>)
- Sengpielaudio Berechnungen (<http://www.sengpielaudio.com/Berechnungen.htm>)
- Speakerboxlite Online-Gehäusesimulation (<https://speakerboxlite.com>)
- TSP Check (http://www.picosound.de/D_SOFT.HTM#tspchk)
- TSP messen und Gehäusesimulation ganz easy (<https://www.der-akustische-untergrund.de/tipps-n-tricks/tsp-ermitteln-und-geh%C3%A4usesimulation-ganz-easy/>)
- VituixCAD Lautsprechersimulation (<http://kimmosaunisto.net/Software/Software.html>)
- Whealy Berechnung von Absorbern (<http://www.whealy.com/acoustics/>)
- Widerstand Farbcode Generator (<http://www.dannyg.com/examples/res2/resistor.htm>)
- WinISD Pro Gehäusesimulation (<http://www.linearteam.org/>)
- Wissenschaftlicher Rechner (<http://web2.0rechner.de>)
- Woodworks Zuschnittoptimierung (<http://woodworks.at/index.shtml>)
- Woofer Box Model and Circuit Designer 6.0 (<http://audio.claub.net/software/jbabgy/WBCD.html>)
- Xover Frequenzweichensimulation (<http://www.igdh.eu/?ddownload=1881>)
- XSim Frequenzweichensimulation (<http://libinst.com/Xsim/XSimSetup.exe>)

Gemacht mit ❤ von Graphene Themes (<https://www.graphene-theme.com/>).

