

## Bau eines noch preiswerten Vergleichs-Lautsprechers

### Inhaltsverzeichnis

Überschrift	Themen	Seite
Inhaltsverzeichnis	Inhaltsverzeichnis und Foto des fertigen Lautsprechers	1
Allgemeines	Vergleichslautsprecher, Vorgaben, Ergebnis der Suche	2
Elektrischer Aufbau und Messungen	Abbildungen vom Schaltplan der Weiche, des Frequenzgangs und der Belastbarkeit	3
Gehäuse	Gehäuse, Sockel, Finish	6
Zeichnungen	Komplettes Gehäuse mit Versteifung, Front, Rückwand	8
Mechanischer Aufbau	Reihenfolge der Tätigkeiten	11
Test	Versuch einer Klangbeschreibung	12
Preise	Varianten teuer, mittel und fast preiswert	13
BR-Version 2	Ein einfacherer Bassreflexkanal	15



## Allgemeines

Das Wort „Referenz-Lautsprecher“ wird häufig so betrachtet, als gäbe es einen Lautsprecher, der alle Leute selig macht. Solch einen Lautsprecher kann es aber nicht geben, da das Hörempfinden jeder Person und die Umgebungseinflüsse immer wieder unterschiedlich sind. So bin ich bei meiner Suche nach Personen mit dem fast perfekten Gehör, auf echte Freaks gestoßen, die trotz des fast perfekten Gehörs Vorlieben für mehr oder weniger Bass oder mehr oder weniger Höhen entwickelt haben. Somit ist klar:

Die „Geschmäcker“ der Menschen sind nicht nur beim Sehen und Schmecken unterschiedlich, sondern auch beim Hören! Dementsprechend kann dieser Lautsprecher nicht allen Menschen gefallen!

Mit diesen Erkenntnissen ging es an die **Definition meines persönlichen Lautsprecherwunsches:**

1. Der Frequenzgang sollte zwischen  $< 50$  Hz bis  $> 20000$  Hz bei  $-3$  dB liegen und maximal  $\pm 2$  dB Welligkeit im hörbaren Bereich laut Simulation haben.
2. Es sollte spätestens ab 100 Hz gehobene Zimmerlautstärke (ca. 90 dB) oder mehr bei einem Klirrfaktor von unterhalb 1 % möglich sein.
3. Der Lautsprecher sollte bei 1 Volt und 1 kHz mehr als 80 dB erreichen.
4. Er sollte detailreich spielen.
5. Der Klang sollte nicht verfärbt, sondern ganz neutral sein, gewissermaßen „natürlich“.
6. Es soll sich um eine passive Zwei-Wege-Regalbox ohne Subwoofer handeln.
7. Der Lautsprecher sollte mit gängigen Heimwerkermitteln zu bauen sein.
8. Der Lautsprecher sollte auch nach 5 Jahren so klingen, wie neu gebaut und eingespielt.
9. Es soll die fertige Frontplatte der Studio 2 genutzt werden können.
10. Die restlichen Wände und Brettchen der Box können im Baumarkt beschafft oder einfach selber erstellt werden.
11. Man nutzt entweder die Weiche von Visaton oder die von mir weiterentwickelte Weiche.
12. Es sollen in der preiswertesten Variante nicht mehr als 500 Euro pro Paar anfallen.
13. Das Finish der Box ist nicht eingerechnet, da es durch lackieren, lasieren oder furnieren sehr unterschiedlich erfolgen kann. Ganz grob sollte man von 30 bis 70 Euro pro Paar für das Finish ausgehen.

Nach vielem Hin- und Herüberlegen, Kontakt mit einem Lautsprecherentwickler und Unterstützung diverser Personen im Visatonforum (allen ein Dankeschön!), habe ich mich für die Box „**Studio 2**“ von Visaton entschieden. Da diese minimal anders konzipiert war, als ich es brauchte, wurde die Box in der Tiefe vergrößert, mit einem Bassreflexkanal ausgestattet und die Weiche optimiert. Alles andere wurde unverändert übernommen. Ich nenne die Box daher „**Studio 2 BR**“, wobei „BR“ für Bassreflex steht.

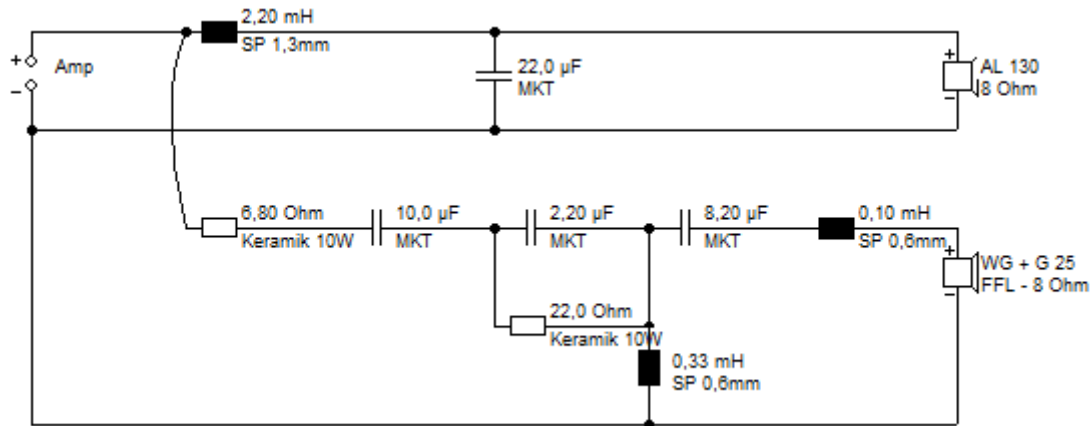
Ich habe diesen Lautsprecher als preiswert bezeichnet, weil er es mit seinen wirklich guten Eigenschaften auch ist! Anders ausgedrückt: Aus meiner Sicht ist das Preis- / Leistungsverhältnis sehr ordentlich! Besser geht es natürlich immer!

Weiter unten gibt es noch die Abfolge der nötigen Tätigkeiten. **Unter zwei Wochen geht da kaum etwas! Wer die Zeit und Geduld nicht hat, kauft sich lieber fertige Lautsprecher!**

**Mögliche Verbesserungen:** Man könnte die Visaton-Studio2BR plus einen Subwoofer bauen, den Hochtöner gegen einen KE25SC und /oder den Tieftöner gegen einen AL170 tauschen. Zusammen ergäbe das eine Bijou 170! Oder man gibt ein bis zwei Tieftöner pro Seite dazu und baut eine Standbox.

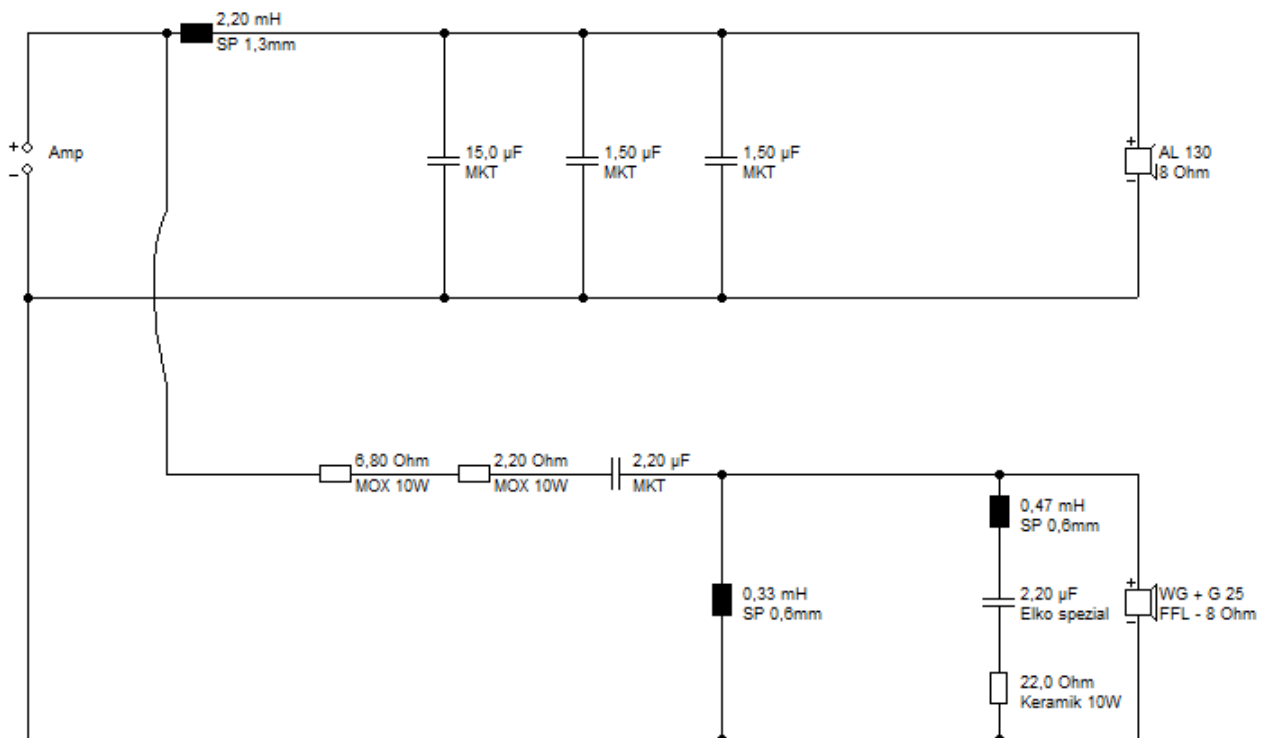
### Elektrischer Aufbau

Die originale Frequenzweiche der Studio 2 von Visaton:



Auch wenn ich später die Weiche stark verändert habe, kann man die "Studio 2"- Weiche von Visaton problemlos für meine „Studio 2 BR“ nutzen!

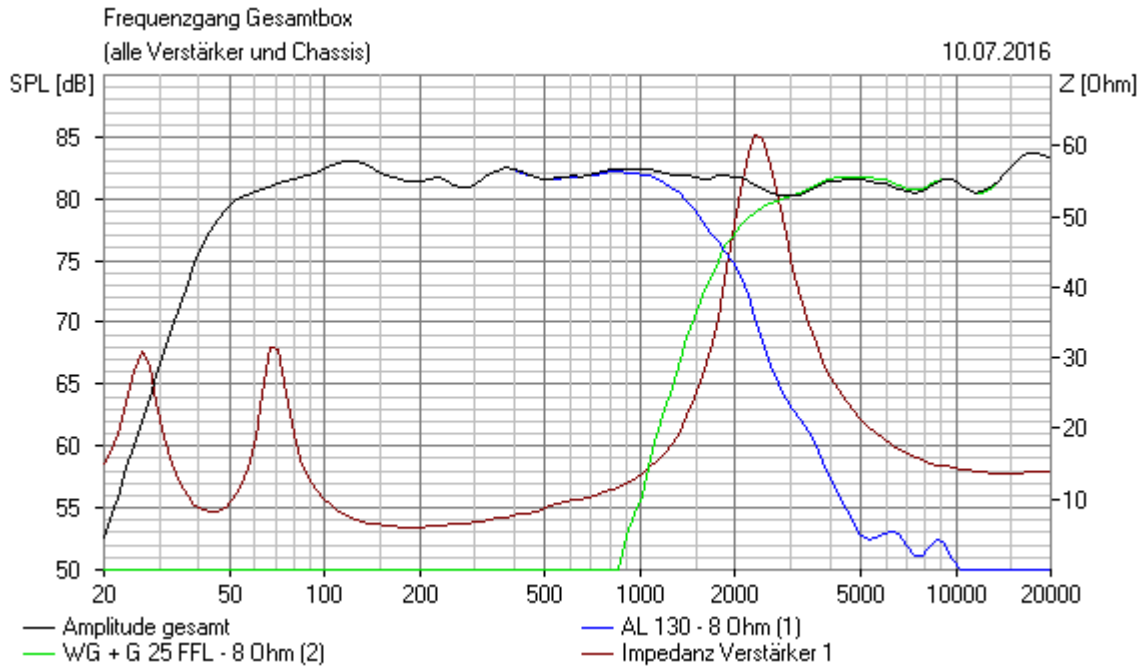
### Hier die aus meinen Messungen entstandene Weiche vom 01.07.2016:



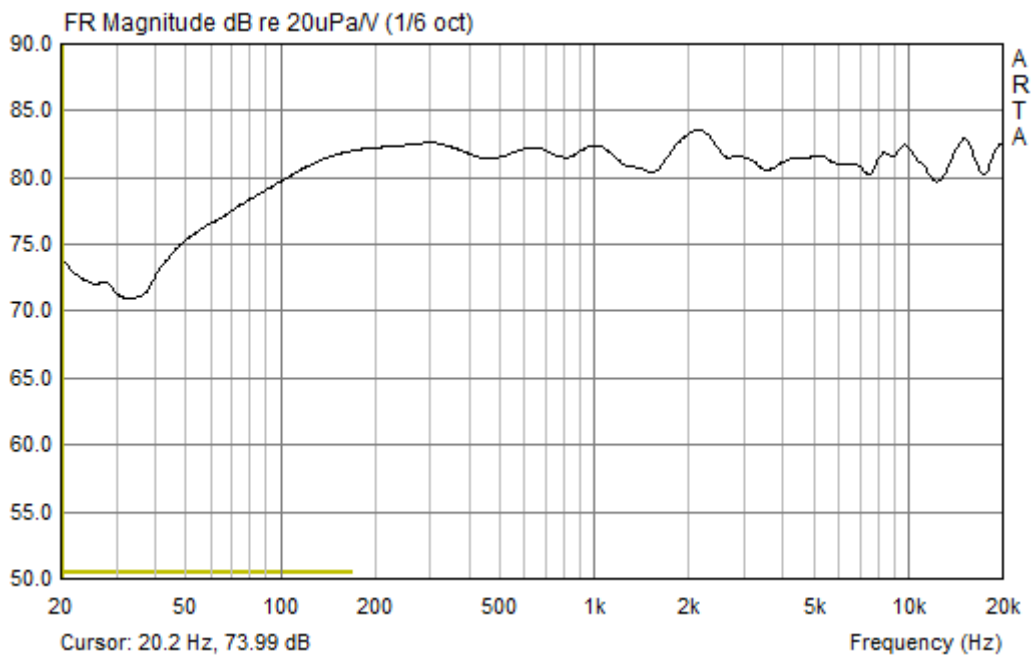
Die drei Kondensatoren im Tieftönerzweig ergeben zusammen 18 µF. Da dieses schwer beschaffbar ist, wurde die genannte Splitting gemacht. Es wäre aber auch ohne nennenswerte Abstriche möglich, einen 15 µF und einen 3,3 µF MKT-Kondensator parallel zu schalten. Da kein passender Visaton-MKT-Kondensator bei meinem Händler zu bekommen war, wurden „1,5 µF Wima-MKP4-250-Kondensatoren“ geplant.

Der „2,2 µF Elko spezial“ wurde in der Bauteilliste wegen besserer Beschaffbarkeit durch einen „2,2 µF Wima MKP4-250“ ersetzt.

Die elektrische Planung hat wieder mit BoxSim stattgefunden. Es beginnt mit dem Frequenzgang:



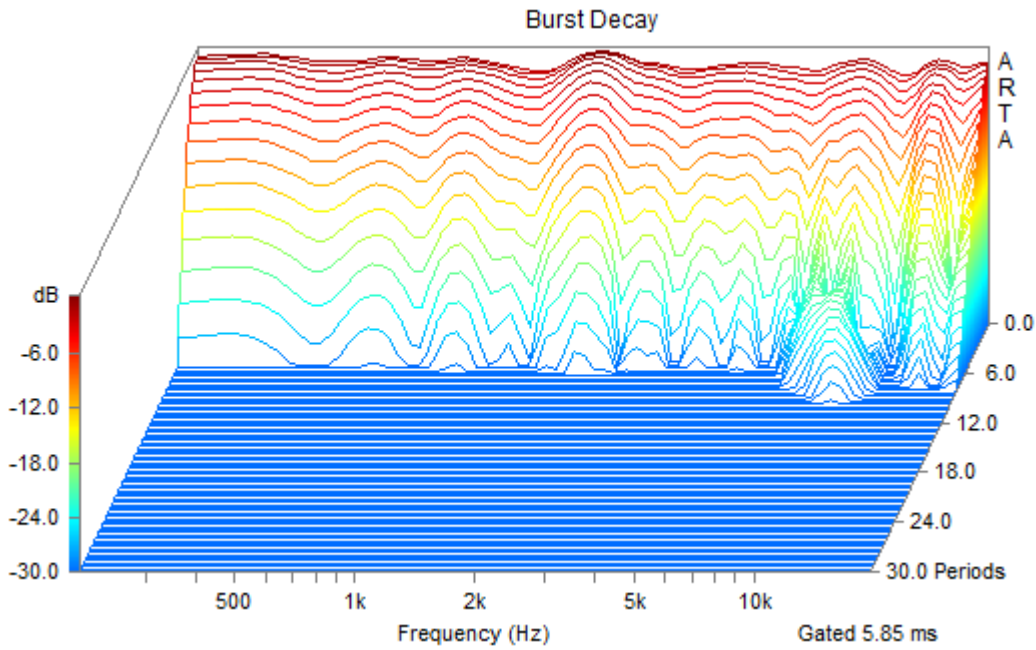
Gemessen sieht es so ähnlich aus, wobei wegen des fehlenden Messraums die Werte nur oberhalb von 200 Hertz gültig sind:



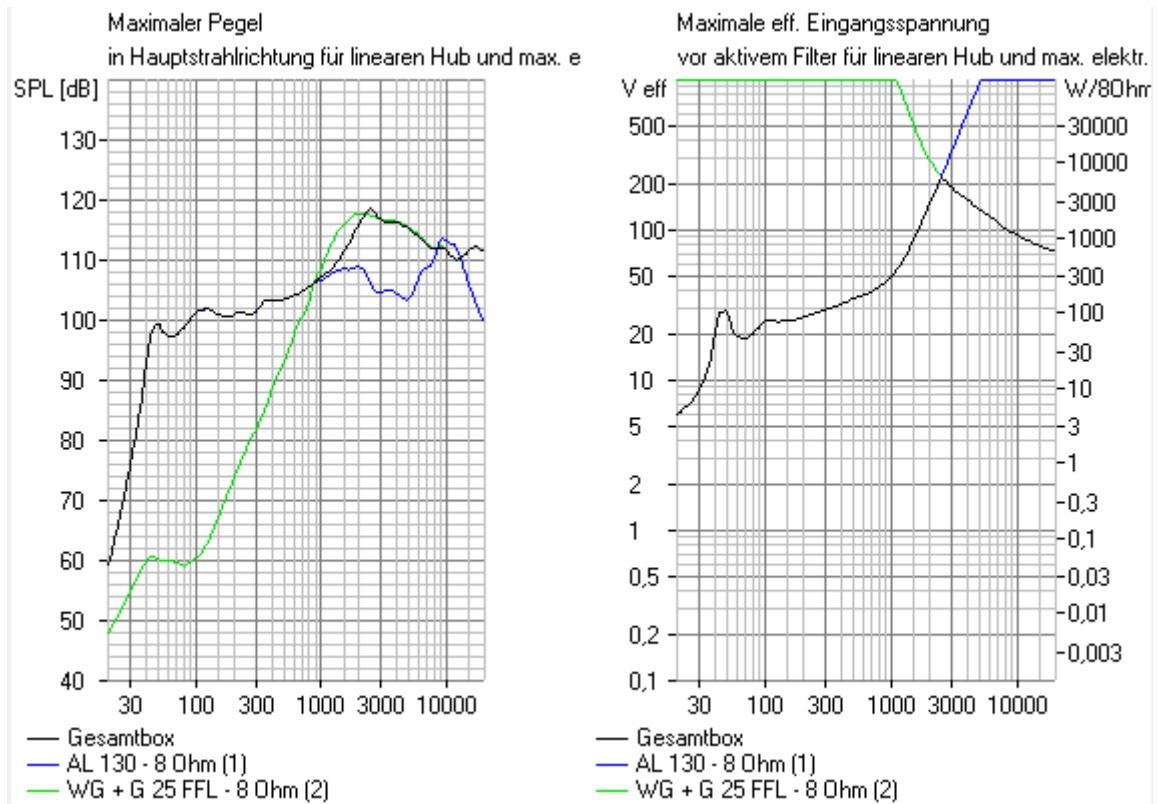
Meine Vorgaben werden im Wesentlichen eingehalten, sofern eine Messung mit meinen Hobby-Mitteln überhaupt aussagekräftig ist. Dass ich überhaupt die derzeitige Qualität der Messungen erreichen konnte, habe ich „Gazza“ zu verdanken, der mich unermüdlich „getreten“ hat, bis es zu brauchbaren Messungen kam. Das hat mich über locker 50 Stunden mit ARTA gekostet und außerdem einen fast kompletten zweiten Satz an Messhardware!

Der Energiefrequenzgang kann meines Wissens von Boxsim wegen des Waveguide nicht richtig dargestellt werden. Gleiches gilt auch für den Frequenzgang unter Winkel, der dazu in Beziehung steht. Deshalb habe ich auf beide in der Darstellung verzichtet. Den Impedanzgang habe ich nicht berücksichtigt, da ich einen Halbleiterverstärker nutzen werde.

Aber man kann hier noch das Wasserfall-Diagramm bewundern, was erstaunlich gut aussieht:



In den beiden folgenden Diagrammen kann man einerseits die Maximalpegel und die Maximal-Leistung in Abhängigkeit nach Frequenz erkennen. Es handelt sich aber nur um simulierte Werte, die von Werten in der Praxis abweichen können. Ich halte unterhalb von 100 Hertz **30 Watt** für die Obergrenze, auch wenn das Diagramm oberhalb von 40 Hertz rund 50 Watt anzeigt. Also Vorsicht!

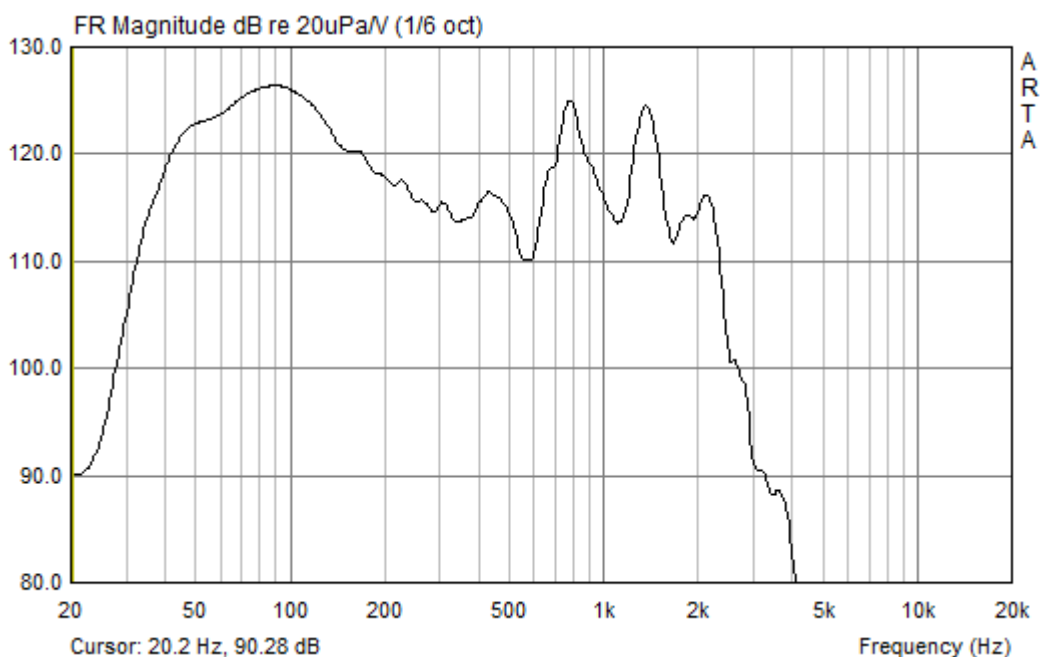


## Das Gehäuse

### Gehäuse und Sockel

Das von Visaton vorgegebene Gehäuse wurde mittels mehr Tiefe auf 12 Liter vergrößert und ein Bassreflexkanal zugefügt. Im Sockel ist der Bassreflexkanal mit 13,2 cm Breite, 1,6 cm Höhe und rund 20 cm Länge auf 45 Hertz für diesen Lautsprecher abgestimmt. Der Sockel, der hier genutzt wird, hat den Schallaustritt links und rechts vorne. Die unerwünschten Schallanteile sind für mich bei mehr als 50 cm Abstand nicht hörbar. Als „Studio-Box“ war dieser Lautsprecher ursprünglich für das Nahfeld gedacht. Daher steht im der Bassaustritt möglichst weit vorne recht gut!

Die folgende unkalibrierte Messung 1 cm vor der BR-Öffnung zeigt trotz Bondum und Watte sehr deutlich, wie der Bassreflexkanal funktioniert: Frequenzen zwischen 40 und 150 Hertz werden gut abgestrahlt, aber leider auch der Bereich von 700 Hertz bis über 2 kHz. Das sollte zumindest nicht in dieser Stärke sein! Da gäbe es noch Verbesserungspotential!



Die Version 2 des Bassreflexkanals, die deutlich unkomplizierter aufzubauen ist, ist am Ende der Doku zu finden. Anfang 2017 werde ich ein weiteres Paar Studio 2 BR bauen und die Version 2 nutzen.

Die Dämpfung durch Polyesterwolle sollte nur hinter dem Hochtöner erfolgen, um den Bass nicht zu sehr zu schwächen. Mit knapp 10 Euro lässt sich noch etwas gegen Flatterechos und ähnlichen Effekten im Gehäuse tun, in dem man Bondum innen an die Seiten und die Rückwand im oberen Gehäuseteil klebt.

### Mein Gehäusefinish

Meine **Studio 2 BR** wird mittels MDF erstellt, welches bis auf die Front mit Kirschbaum nach der Bügelmethode furniert wird. Die Front wurde von mir dreimal mit Clou Lack-Lasur schwarz gestrichen bzw. gerollt. Natürlich kann jeder das Finish so machen, wie er will. Die Dicke der Front ist größer machbar, aber ansonsten sollte die Front nicht geändert werden, um nicht eine neue Weiche entwickeln zu müssen. Somit bleiben nur vergleichsweise geringe Materialstärken von 15 mm für Multiplex bzw. 16 mm für MDF für den Rest des Gehäuses übrig. Möglicherweise könnte man die Front auch nach unten verlängern, ohne die Weiche ändern zu müssen. Dann lässt sich aber die fertige Front nicht mehr verwenden. Sie müsste neu gezeichnet und in Auftrag gegeben werden.

Ich habe die Boxen zwischen Februar und April in einer nicht beheizten Garage erstellt. Lacke und Lasuren brauchen aber eine bestimmte Temperatur, die nicht unterschritten werden darf, um zumindest brauchbare Ergebnisse zu erhalten. Bei der Clou Lack-Lasur war mindestens 8 Grad angegeben, aber bei 8 Grad war sie noch sehr zähflüssig. Noch schlimmer sieht es bei meinem bevorzugten Clou Holz-Siegel aus. Der wird mit mindestens 15 Grad angegeben und wird vermutlich erst ab 18 Grad richtig gut verlaufen. Insofern wurde umdisponiert und der genannte Holz-Siegel-Lack in eine Schnellschleifgrundierung plus nachfolgendem Holzlack L1 (alles von Clou) umgewandelt, was annähernd die gleichen Ergebnisse wie mit Holz-Siegel in der Vergangenheit gezeigt hatte. Bei beiden Sorten ist keine Mindest-Temperatur angegeben, was allerdings auch nicht gerade beruhigend ist! Durch den Kauf von zwei Dosen wird der Aufbau allerdings teurer und der L1-Holzlack ist meines Wissens nur im Internet zu bekommen, so dass meine grundsätzliche Empfehlung des Clou Holz-Siegel bei 20 Grad und mehr bestehen bleibt. Auf den ursprünglich angedachten Oberflächenschutz der Lack-Lasur wurde verzichtet, was aber die Oberfläche empfindlich macht.

Beim Zusammenbau der drei Teile, Gehäuse, Frontplatte und Sockel, sind ein paar Probleme zu erwarten. Alle Teile haben schon ihr endgültiges Finish bekommen, da es nicht gut funktioniert, zwei so verschiedenartige Farben / Materialien zu schleifen oder zu lackieren. Dafür muss man aber beim Zusammenbau sehr darauf achten, die Oberflächen nicht zu beschädigen. Auch Überreste des Klebers müssen sofort abgewischt werden!

Dass ich hier die Firma Clou so häufig benenne, ist nur wegen der Nachbausicherheit. Es gibt auf dem Markt natürlich bessere / professionellere Produkte und leider hat inzwischen jeder Baumarkt seine eigene Hausmarke...

Der erste Versuch, die Frontplatte auf das Gehäuse mit Sockel zu kleben, ging schief. Nachdem ich den Kleber wieder entfernt und mir ein paar Tage Ruhe gegönnt hatte, hat der zweite Versuch besser funktioniert. Dazu wurden pro Frontplatte drei Stiftnägeln genutzt. Zwei wurden unten in den Sockel eingeschlagen und 4 mm über dem Sockel abgezwickt, worauf dann die Frontplatte gedrückt wurde. Dann wird die Frontplatte wieder abgenommen und der dritte Nagel mittig in die Frontplatte geschlagen und auch wieder 4 mm über dem Brett abgezwickt. Diese Methode hatte ich schon vorher versucht, aber nicht bemerkt, dass der Nagel zuerst in die große Oberfläche eingeschlagen werden muss (härteres Holz) und erst als Zweites in die weichere Brettdicke gedrückt wird. Wenn man allerdings zwei gleich harte Oberflächen hat, wird die Methode zur Glückssache!

## Zeichnungen

### Komplettes Gehäuse



Ich habe hier zweimal die Größe der Bretter berechnet. Einmal bei den meisten Brettern mit 45 Grad Fase, damit man beim Zusammenfügen möglichst wenige Schnittkanten sehen kann und einmal ohne Fase, was beim Furnieren ausreichend ist. Für die Fase nutze ich eine Oberfräse, die zugegebenermaßen beim „Lautsprecherbau-Anfänger“ nicht unbedingt vorhanden sein wird.

Wer statt MDF lieber Multiplex verwenden möchte, muss alle Bretter neu berechnen, da man dann Materialstärken von 15 oder 18 mm verwenden wird.

### Für mein Lautsprecherpaar nutze ich die folgenden Zuschnitte für die „Auf-Stoß-Variante“:

4x Seiten: 335 x 281 x 16 mm MDF.

2x Oben: 142 x 281 x 16 mm MDF.

2x Hinten: 142 x 320 x 16 mm MDF und mit Bohrung für das Terminal.

2x Mitte: 265 x 142 x 10 mm MDF mit diversen Bohrungen für Schalldurchlass.

2x Front-/Boden-Hilfsbrett: 142 x 131 x 10 mm MDF nur als Hilfe beim Zusammenbau der Box.

Bei diesen Maßen wurden 2 mm bei der Breite und 1 mm bei der Höhe des Gehäuses abgezogen, um die Furnierdicke und die Kleberdicke einzubeziehen. Wenn die Frontplatte minimal größer ist, als das Gehäuse, ist es optisch besser, als umgekehrt! Die Frontplatte nach Visatonvorgaben wurde fremd beschafft.

**Die einfachere BR-Version mit geänderten Brettgrößen ist am Ende dieser Doku zu finden!**

Für die zwei **Sockel** der Version 1 gibt es diese Bretter (farblich für besseres Verständnis gekennzeichnet):

2x BR-Abdeckung (grün): 142 x 86 x 10 mm MDF mit einer Fase 45 Grad.

2x BR-Kanal (grün): 142 x 107 x 10 mm MDF mit zwei Fasen.

2x BR-Kanal (grün): 142 x 121 x 10 mm MDF mit zwei Fasen.

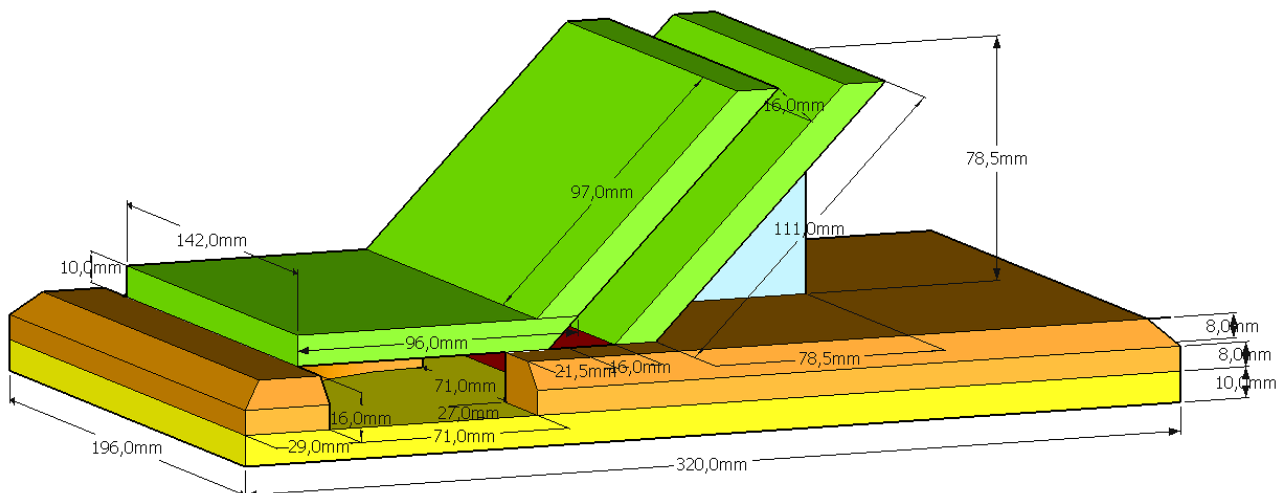
2x BR-Stütze (blau): 78,5 x 78,5 x 10 mm MDF diagonal durchgesägt.

2x BR-Umleitung (rot): 142 x 16 x 16 mm MDF mit 16mm 45 Grad Fase.

2x Sockel oben hinten (orange): 196 x 219 x 16 mm MDF mit Drei-Seiten-Fase 8x8 mm und mittigem Einschnitt für BR-Umleitung.

2x Sockel oben vorne (orange): 196 x 100 x 16 mm MDF mit Drei-Seiten-Fase 8x8 mm.

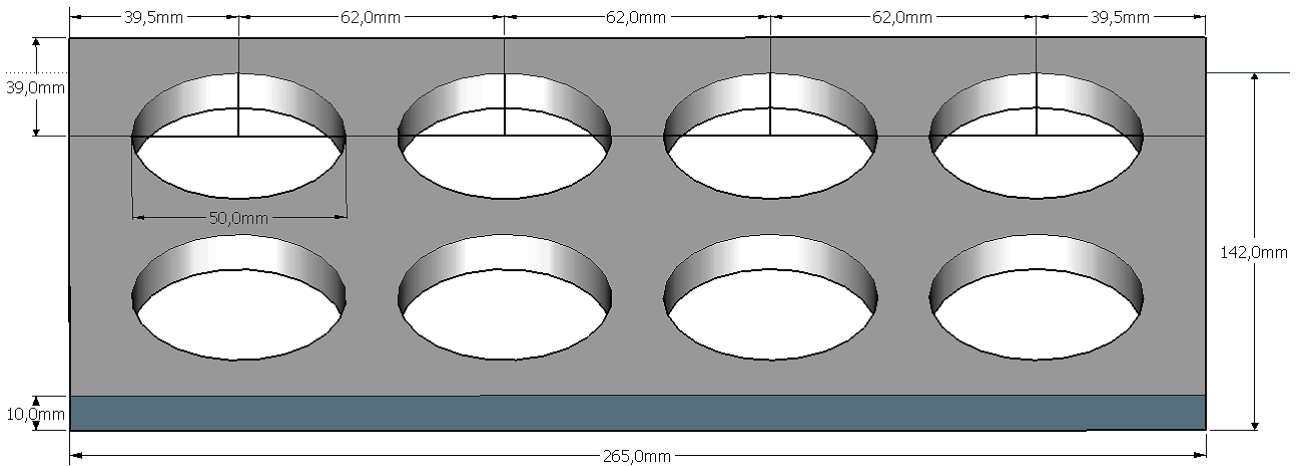
2x Sockel unten (gelb): 196 x 320 x 10 mm MDF.





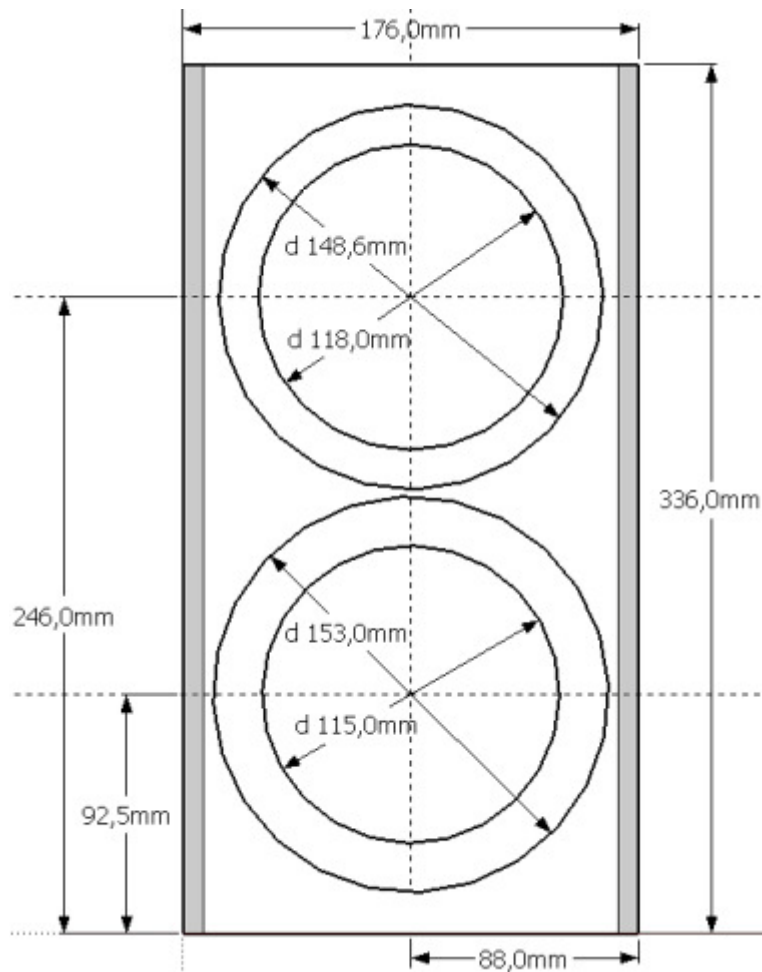
**Das mittlere Brett (Versteifung)**

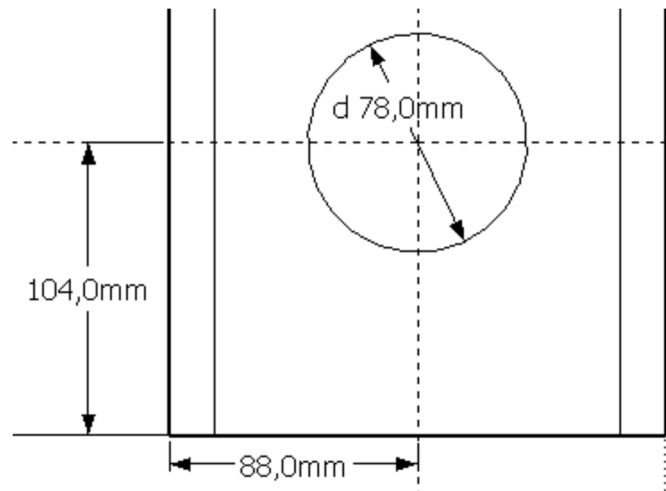
Hier folgt eine Zeichnung des mittleren Bretts, welches 1 cm unterhalb des Hochtöners sitzen sollte, der Stabilisierung des Gehäuses dient, den Schall durchlässt, die Grenze für das Bondum und die Wolle darstellt, die Polyesterwolle vor dem Herunterfallen schützt und Zugang zur Weiche gewährt.



**Front (fertig gefräst gekauft, nach Visatonvorgabe):**

Die Fasen seitlich links und rechts sind 8 x 8 mm groß und die Seiten 281 mm breit. Die Vertiefungen für beide Chassis betragen 4,5 mm. Der Tieftöner hat hinten eine 45 Grad Ausfräsung.



**Rückseite der Visaton-Box:**

Ich möchte daran erinnern, dass ich die Brettbreite der Rückwand (und auch oben, Mitte und Boden) auf 142 mm verkleinert habe, obwohl 144 mm richtig gewesen wäre. Die Originalhöhe des Gehäuses wären 336 mm und ich habe es auf 335 mm reduziert. Das sind meine Erfahrungen, damit durch das Furnier und den Kleber die Gehäusebreite nicht größer als die Frontbreite wird! Außerdem haben mir aus optischen Gründen die originalen obigen **104 mm** Abstand des Terminals zum Boden nicht gefallen und ich habe **80 mm** daraus gemacht.

## Der Aufbau

Hier ist eine mögliche Reihenfolge in Stichworten bei gekaufter Frontplatte und fertiger Weiche. Wegen Verschmutzungsgefahr beginnt man mit dem hellen Gehäuseteil! – Jeder Tag ist einzeln nummeriert.

### Das Gehäuse (hell):

1. Für beide Boxen alle Holzteile passgenau sägen (lassen). Beim Mittelbrett die Löcher aussägen. Nur das Loch für das Terminal wird später ausgesägt!  
Box 1 - Die Oberseite, Rückwand und das mittige Brett winklig auf eine Seitenwand kleben. Mit abgeschnittenen Nägeln fixieren. Zweite Seite locker darauflegen und alles mit Zwingen andrücken.
2. Box 2 - Die Oberseite, Rückwand und das mittige Brett winklig auf eine Seitenwand kleben. Mit abgeschnittenen Nägeln fixieren. Zweite Seite locker darauflegen und alles mit Zwingen andrücken.
3. Box 1 - Zweite Seitenwand kleben und mit Zwingen fixieren.
4. Box 2 - Zweite Seitenwand kleben und mit Zwingen fixieren.
5. Beide Gehäuse: Löcher und Risse mit MDF-Spachtel füllen.
6. Beide Boxen schleifen bis alles glatt ist. Beide Rückwände furnieren. Achtung: Es sind keine Reserven beim Furnier vorhanden, daher vorher alle Stücke abmessen und dann erst zuschneiden! Ab jetzt kann gleichzeitig mit dem unteren Abschnitt der schwarzen Teile begonnen werden!
7. Beide Boxen – Rückwandfurnier abschneiden. Ausschnitt für Terminal sägen ohne das Furnier zu beschädigen! Die Seiten furnieren.
8. Beide Boxen – Seitenfurnier abschneiden. Oberseite furnieren.
9. Beide Boxen – Oberseitenfurnier abschneiden. Alle Furniere schleifen und dann grundlackieren.
10. Beide Boxen - Furniere anschleifen und noch einmal lackieren.
11. Beide Boxen - Furniere anschleifen und noch einmal lackieren.
12. Beide Boxen - Die Weiche innen unter den Deckel schrauben. Das Bondum einbringen und festkleben. Danach **warten** auf Sockel und Frontplatte. **Siehe folgenden Absatz ab Punkt 1.**
13. Beide Boxen - Den Sockel unter das Gehäuse kleben und mittels Zwingen anpressen.
14. Beide Boxen – Den Bassreflexkanal inkl. der zwei Brettchen festkleben.  
Box 1 - Die Front auf das restliche Gehäuse kleben und mittels Zwingen fixieren.
15. Box 2 - Die Front auf das restliche Gehäuse kleben und mittels Zwingen fixieren.
16. Beide Boxen - Chassis und Terminal mit Schaumdichtstreifen versehen. Polyesterwolle einbringen. Chassis und Terminal anlöten, einbauen und festschrauben. Beide Boxen testen. Fehlersuche? Wenn nicht, dann beide Boxen mittels „Dauertest“ mindestens einen Tag einspielen.
17. Beide Boxen an ihrem geplanten Platz aufstellen und Klang mittels Lieblingsmusik genießen! 😊

### Die Frontplatten und die Sockel (schwarz):

1. Für beide Sockel alle Holzteile passgenau sägen (lassen). Sockel mit Bassreflexkanal aussägen und Fase anbringen. Beide Frontplatten schleifen und lackieren.
2. Beide Sockel – 16 mm und 10 mm Platten zusammenkleben. Beide Frontplatten schleifen und lackieren.
3. Beide Sockel: Löcher und Risse mit MDF-Spachtel füllen. Beide Frontplatten schleifen und lackieren.
4. Beide Sockel schleifen und grundieren.
5. Beide Sockel schleifen und mit gewünschter Farbe lackieren.
6. Beide Sockel schleifen und mit gewünschter Farbe noch einmal lackieren.
7. Beide Sockel schleifen und mit gewünschter Farbe ein drittes Mal lackieren.
8. Auf Wunsch die Farbe mit Oberflächenschutz versehen. **Dann zu oberem Absatz Punkt 13.**

## Test der Studio 2 BR

Eine gute Klangbeschreibung kann ich mangels Beschreibung-Praxis und wenig perfektem Gehör nicht liefern, aber ich versuche mich mal einfach daran, nachdem ich sechs Wochen mit dem Messprogramm ARTA verbracht und viel probegehört habe.

Ich hatte anfangs eine Box noch mit einer alten Weichenversion laufen, die mir wegen ihres „frischen Klangs“ (leichte Höhenanhebung) gut gefiel. Im Vergleich dazu war die neue Weiche etwas weniger „frisch“. Aber ich habe nach längerem Hören festgestellt, dass diese „Frische“ anstrengend ist! Da diese Box durch ihr Waveguide beim Hochtöner ordentlich „Dampf“ macht, sollte diese Box vermutlich deutlich in den Höhen gesenkt werden. Das habe ich mich aber nicht getraut. Ich wollte einen möglichst gutaussehenden Frequenzgang haben und so ist der Pegel bei 1 kHz nur 1 dB leiser, als bei 10 kHz.

Wie auch immer, nachdem ich mich auf die neue Weiche eingehört hatte, gefiel mir der Klang immer besser und besser und besser! Dieser Test wollte kein Ende nehmen! Ich konnte mich einfach nicht an der Studio 2 BR sattören! Ich habe nur ein mittelmäßiges, gering geschultes Gehör, aber für mich klingt die Box so, wie ich es mir wünsche: Live dabei! Lediglich der Bass könnte doch noch etwas kräftiger sein, nachdem ich die eine Box aus der basslastigen, dröhnenden Position im Hörraum befreit hatte. Aber ich bin kein großer Bassfreak und somit passt der Klang ganz genau für mich!

### Das macht diese Box: Live Musik!!!

Und es war sogar noch ein Zuhörer dazugekommen: meine Gänsehaut!

Was macht der BR-Kanal? Selbst wenn ich mit dem Ohr direkt aufliege, kann zumindest ich keine Unsauberkeiten hören! Man könnte der Box eventuell noch mehr Volumen für noch mehr Bass geben, was dann aber den Maximalpegel reduziert. Eher bringt man die Boxen mehr in Wandnähe! Wem das nicht reicht, der kann auch versuchen die Wolle wegzulassen.

So bleibt mir nur noch auf meine Native Speaker zu warten, die mittels aktivem 26cm-Subwoofer garantiert genug Bass machen!

Mein Frust zwischendurch, der dieser Box die Bezeichnung „Referenz“ abgesprochen hatte, hat sich ins stark gemildert und ich bezeichne sie zumindest als

### meine persönliche Vergleichsbox!

## Preise

Es folgt eine Übersicht von gerundeten Preisen für **ein Paar** „Studio 2 BR“ (Stand Sommer 2016). Der jeweils beispielhaft angegebene Händler stellt nur eine von vielen Möglichkeiten dar. Wer es ganz einfach haben möchte, wählt die teuerste Möglichkeit:

Anzahl	Hersteller	Bezeichnung	Preis €	Händler
2	Visaton	Bausatz Studio 2 ohne Holz	570,00	Ebel
8		GummifüÙe für Weiche	2,00	Reichelt
5		Meter Kabel 2adr. 1,5 qmm LAT215-5	3,00	Reichelt
1	Monacor	Schaumdichtstreifen MDM-5	10,00	Völkner
8		Schrauben senk 3,5x25 mm f. Weiche	4,00	Baumarkt
2		Bondum 800	9,00	Intertechnik
1		Für ein Paar: Gehäuse mit Sockel (ca. Preis)	150,00	Ebel
<b>SUMME</b>			<b>748,00</b>	

Die nächst günstigste und aus meiner Sicht die empfehlenswerte Variante für Nachbauer:

Anzahl	Hersteller	Bezeichnung	Preis €	Händler
2	Visaton	Hochtonchassis G25FFL	104,00	Reichelt
2	Visaton	Tief-/Mitteltonchassis AL130	157,00	Reichelt
2	Visaton	Waveguide WG148R	32,00	Reichelt
1	Visaton	Beutel Polyesterwolle (bei Bedarf)	4,00	Reichelt
8		GummifüÙe für Weiche	2,00	Baumarkt
2	Visaton	Weiche Studio 2	212,00	Plus
2	Wentronic	Terminal LT 02RU	3,00	Reichelt
5		Meter Kabel 2adr. 1,5 qmm LAT215-5	3,00	Reichelt
1	Monacor	Schaumdichtstreifen MDM-5	10,00	Völkner
28		Schrauben halbrund 4x20 mm f. Term. + Chassis	5,00	Baumarkt
8		Schrauben senk 3,5x25 mm f. Weiche	4,00	Baumarkt
2		Bondum 800	9,00	Intertechnik
4		alle Holzteile auÙer der Front	10,00	Baumarkt
2		MDF-Frontplatte gefräÙt	40,00	Ebel
<b>SUMME</b>			<b>595,00</b>	

Gut 100 Euro pro Paar kann man durch Selbstbau der zwei Weichen (meine Version) sparen:

Anzahl	Hersteller	Bezeichnung	Preis €	Händler
2		Platine H25PR160	4,00	Reichelt
2	Visaton	Spule 0,33mH 0,6 mm	6,00	Reichelt
2	Visaton	Spule 0,47mH 0,6 mm	6,00	Reichelt
2	Visaton	Spule 2,2mH 1,3 mm	40,00	Reichelt
4	Wima	Kondensator MKT 1,5 µF (MKP4-250)	3,00	Reichelt
2	Wima	Kondensator MKT 2,2 µF (MKS4-250)	1,00	Reichelt
2	Visaton	Kondensator MKT 2,2 µF	4,00	Reichelt
2	Visaton	Kondensator MKT 15 µF	12,00	Reichelt
2	Visaton	Widerstand MOX 2,2 Ohm	6,00	Reichelt
2	Visaton	Widerstand MOX 6,8 Ohm	6,00	Reichelt
2	Vitrohm	Widerstand Keramik 22 Ohm 9W	1,00	Reichelt
<b>SUMME</b>			<b>89,00</b>	

Wer noch mehr sparen möchte, kann auch vergleichbare Bauteile nutzen, aber mit den angegebenen geht man auf Nummer sicher. Damit liegt man bei der „empfehlenswerten Variante“, wo meine Weiche die Originalweiche ersetzt, bei **nur noch 472 Euro pro Paar plus Finish!**

Nicht genannt sind hier Versandkosten, **Werkzeuge** und **Kleinmaterialien**, wie auch der **Holzkleber**. Ich nutze gerne Kartuschen von „Pattex Kraftkleber Montage“, aber jeder hat seinen eigenen Vorlieben. Eine Kartusche sollte jedenfalls für dieses Projekt ausreichen!

Mit Aceton bekommt man überflüssigen, trockenen Kleber einigermaßen entfernt, aber noch besser ist es, ihn schnellstmöglich vor dem Trocknen mit einem feuchten Schwamm zu entfernen!

Für Löcher und Risse nutze ich MDF-Spachtelmasse aus der Tube.

### Weitere Kosten

Für mein gewünschtes Gehäusefinish mit Farbe, Lack und Furnier kommen noch gut **50 Euro pro Paar** hinzu. Dazu ein Beispiel, wobei die nötigen Mengen teilweise deutlich überschritten werden, da kleinere Mengen nicht oder nur ungünstig beschaffbar sind:

Designholz SaRaiFo-Furnier Kirschbaum; 250 x 38 cm; 15 Euro. Diese Menge ist knapp kalkuliert!

Ponal Holzleim Classic für Furnier mit Bügelmethode; 760 ml; 10 Euro. Es reichen 250 ml.

Clou Aqua-Lack-Lasur schwarz für die Front und den Sockel; 375 ml; 10 Euro. Es reichen 200 ml.

Clou Holzsigel für das Furnier; 250 ml; 10 Euro. Es reichen 150 ml.

Für die Lautsprecher habe ich noch ca. 50 cm hohe Ständer benötigt. Diese wurden nicht selber gebaut, sondern für rund **70 Euro pro Paar** dazugekauft. Im Selbstbau könnte man bis zu 50 Euro sparen, aber mein Bedarf an Selbstbau ist gerade etwas erschöpft! 😊

Leider liegt man **am Ende bei über 500 Euro pro Paar** ohne Ständer, aber **mir ist es das Wert!**

**Diese Doku ist fertig!**

**Es kann jetzt losgehen!**



**Viel Spaß!**



## Version 2: Down under (Bassreflexaustritt vorne unten) – noch ungetestet!

Für einen einfacheren Aufbau des BR-Kanals nimmt man einfach die bisherigen Gehäuseteile ohne Sockel. Es folgt hier nur eine Zeichnung des neu zu erstellenden Bodens. Die geänderten Bretter für das Gehäuse kann sicherlich jeder zusammenbauen, der die bisherige Doku gelesen hat. Ich habe hier nur die Maße für die Auf-Stoß-Variante notiert. Der entsprechende Text aus dem Abschnitt weiter oben, der auch hier Gültigkeit hat:

4x Seiten: 335 x 281 x 16 mm MDF.

2x Oben: 142 x 281 x 16 mm MDF.

2x Mitte: 265 x 142 x 10 mm MDF mit diversen Bohrungen für Schalldurchlass.

2x Front-/Boden-Hilfsbrett: 142 x 131 x 10 mm MDF nur als Hilfe beim Zusammenbau der Box.

Bei diesen Maßen wurden 2 mm bei der Breite und 1 mm bei der Höhe des Gehäuses abgezogen, um die Furnierdicke und die Kleberdicke einzubeziehen. Wenn die Frontplatte minimal größer ist, als das dahinterliegende Gehäuse, ist es optisch besser, als umgekehrt! Die Frontplatte ist nach Visatonvorgaben erstellt!

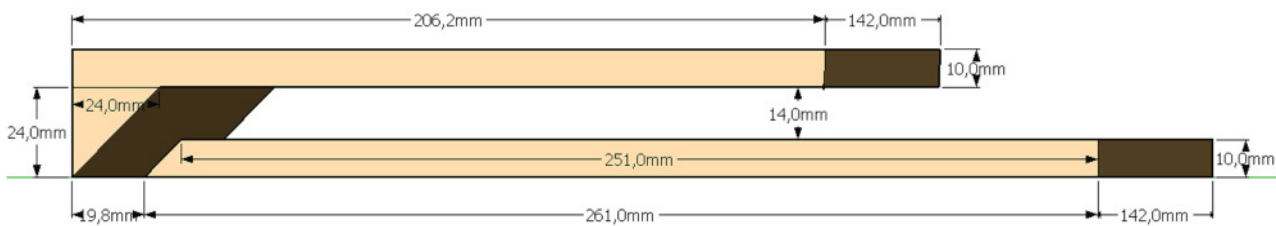
### Neu oder anders sind die Rückwand, der Boden und der dazu passende Bassreflexkanal:

2x Hinten: 142 x 310 x 16 mm MDF und mit Bohrung für das Terminal.

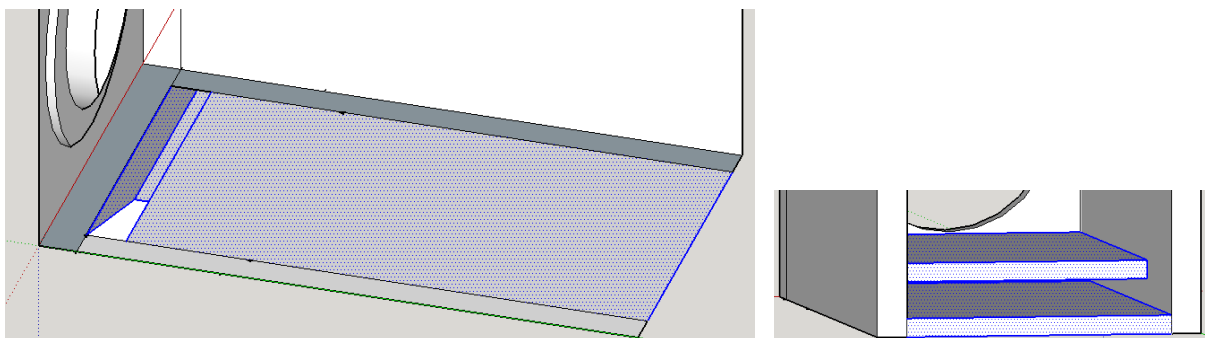
2x Boden: 142 x 261 x 10 mm mit 45 Grad Schräge

2x BR-Abdeckung: 142 x 206 mm

2x BR-Schräge: 24 x 24 mm mit 45 Grad Schräge



Der Boden bildet mit dem Rest des furnierten Gehäuses einen Abschluss und schließt somit innen an die Rückwand und die Seiten an. Die gerade Front der Schräge liegt von innen direkt auf der Frontplatte. Der Abstand von 14 mm zwischen Boden und BR-Abdeckung ist sehr wichtig. Hier bildet sich die Resonanz des BR-Kanals! Die Resonanzfrequenz liegt bei rund 50 Hertz. Die BR-Abdeckung hat knapp 6 cm Platz bis zur Rückwand. Auf jeden Fall ist diese Version einfacher herzustellen, als die erste Version weiter oben.



Zur Verdeutlichung zwei Bilder: Links ist die Ansicht von unten und rechts die Ansicht von hinten zu sehen. **Knapp** (die rückwärtige Aufweitung des Tief-/Mitteltöner fehlt auf meinen Zeichnungen), aber es sollte funktionieren! Der Schall muss nach vorne unten einige Zentimeter Platz haben um sich zu entfalten! Bei dieser Variante geht minimal mehr Volumen für den Bass verloren, als bei der Version 1, ist aber sicherlich noch akzeptabel und vermutlich nur für geübte Ohren zu hören!