

Studio2BR

Bau eines Vergleichs-Lautsprechers

Allgemeines

Zuerst will ich den Begriff **Referenz-Lautsprecher** so erklären, wie ich ihn hier verstanden wissen möchte, wobei ich diesen Lautsprecher inzwischen nicht mehr so bezeichne:

Ein Referenz-Lautsprecher ist ein Lautsprecher mit dem man andere Lautsprecher vergleichen kann. Dazu halte ich es für notwendig, dass dieser mit möglichst einfachen Mitteln von jeder handwerklich halbwegs geschickten Person mit den üblichen Heimwerkermitteln hergestellt werden kann. Die Teile, die aus diesem Punkt herausfallen, wie die Frontplatte oder die Weiche, können Stand März 2016 relativ einfach beschafft werden.

Der Klang eines solchen Lautsprechers soll möglichst neutral, also verfärbungsfrei sein. Alle weiteren positiven Merkmale, wie zum Beispiel das Herausstellen von Details oder ein tief reichender Bass sind zwar erwünscht, haben aber mechanische und preisliche Grenzen! Wer also einen Lautsprecher mit kräftigen Bässen oder kräftigen Höhen erwartet, braucht nicht weiterzulesen!

Zur Verdeutlichung: Den absolut unübertreffbaren Lautsprecher für alle gibt es nicht!

Entscheidungsfindung

Anfang 2016 hatte ich die Idee einen Workshop für die Bedienung des Messprogramms ARTA mitzumachen. Da ich mit ARTA nicht auf „Du“ stehe, aber ein recht gutes vergleichendes Gehör habe, wäre für mich ein „Referenz-Lautsprecher“, also ein Lautsprecher zum Vergleichen, genau das Richtige. Den könnte man dann mittels ARTA von fähigen Leuten prüfen lassen, ob er als Referenz taugt.

Ein weiterer Grund für eine Box ist die Idee, mit diesem Lautsprecher ein paar musikbegeisterte Freunde zu besuchen, um Ihnen den Selbstbau schmackhaft zu machen. Dabei ist vorhersehbar, dass nur der mitgebrachte Lautsprecher als Nachbau in Frage kommt und daher ausreichend Pegelreserven über den gesamten Hörbereich haben muss! Eine Standbox oder ein Subwoofer kommen aber wegen des höheren Gewicht und den größeren Abmessungen nicht in Frage!

Gesucht wird also eine passive Regalbox, die von mindestens 50 bis 20000 Hertz bei -3dB spielt, detailreich und klanglich unauffällig ist, ein Wohnzimmer beschallen kann und kaum mehr als 500 Euro pro Paar kosten sollte.

Ein Lautsprecher, der von vielen Personen als außerordentlich neutral und gut klingend beschrieben wird, ist die „**TAFAL**„. Leider ist diese mit ihrem aufwändigen Gehäuse und der Passivmembran nicht gerade einfach nachzubauen. Bei der Passivmembran konnte ich noch auf eine Fertigmembran ausweichen, aber beim Gehäuse durften keine Abstriche gemacht werden,

obwohl sogar Tischler bei einer 25mm-Rundung ihre Probleme haben. Da ich aber gerne für solch ein Projekt inklusive Dokumentation das Einverständnis des Erbauers haben möchte und zumindest nicht explizit erhalten habe, entfällt diese Box leider.

Die „**Duo-DXT**“ als Alternative mag ich irgendwie nicht, auch wenn sie ungefähr so gut wie die TAFAL sein soll. An die fleißigen Erbauer meine Entschuldigung für diese sehr subjektive Entscheidung!

Dann kommt irgendeine Art von „**Bijou**“ in Frage, zu der ich auch die „**Visamon**“ rechne, da sie ähnlich einer „**Bijou 170**“ ist. Möglich sind die „normale“ Bijou mit AL130 und KE25SC als Bassreflex oder die Visamon mit AL170 und KE25SC als GHP-Bauweise. Die Visamon erfüllt den Punkt der Wohnzimmertauglichkeit und der Detailtreue (in den Höhen) besonders gut, wobei der erforderliche Umbau des Hochtöners für mich nicht in Frage kommt und sie dadurch herausfällt.

Ganz ohne Veränderung kommt möglicherweise die „**Studio 2**“ von Visaton aus, wobei man noch den G25FFL gegen den KE25SC tauschen könnte. Diese Box wäre interessant wegen ihres Waveguides, welches den Übergang zwischen AL130 und G25FFL besonders gut hinbekommen soll.

Dann bleiben nur noch die Bijou und die Studio 2. Der AL130 versieht in meiner HQS-Studioline seit Monaten in unserem 35m² Wohnzimmer seinen Dienst und ist auch bei größeren Lautstärken ausreichend motorisiert. Der wäre also kein echter Schwachpunkt, weder im geschlossenen Gehäuse, noch als Bassreflexbox. Bei den Hochtönern würde ich zwar gerne die KE25SC-Kalotte verwenden, aber auch der G25FFL ist für solch ein Projekt noch gut genug qualifiziert und durch das Waveguide sieht er sehr professionell aus. Am Liebsten wäre mir die Studio 2 mit KE25SC als Bassreflexvariante, was aber eine komplette Neuentwicklung wäre, was ich momentan nicht will.

Daher ist die Tendenz zur Studio 2 mit einem auf 12 Liter vergrößertem Bassreflexgehäuse für verbesserte Bassausbaute. Der Bassreflexkanal wird vorne seitlich angebracht. Alles andere bleibt gleich. Damit bleibt diese interessante Box noch gut reproduzierbar.

Am 05.02.2016 ist die Entscheidung zu Gunsten der Studio 2 als Bassreflexbox gefallen.

Diverse Personen im Visatonforum haben mir bei dieser Entscheidungsfindung geholfen. Vielen Dank dafür!

Eine „Doku“ für die Box folgt auf der nächsten Seite. Der Aufbau wird aber noch ein paar Monate auf sich warten lassen, da ich nur samstags Zeit zum Aufbau habe.

Bau eines Vergleichs-Lautsprechers

Allgemeines

Zuerst will ich den Begriff **Referenz-Lautsprecher** so erklären, wie ich ihn hier verstanden wissen möchte, wobei ich diesen Lautsprecher inzwischen nicht mehr so bezeichne:

Ein Referenz-Lautsprecher ist ein Lautsprecher mit dem man andere Lautsprecher vergleichen kann. Dazu halte ich es für notwendig, dass dieser mit möglichst einfachen Mitteln von jeder handwerklich halbwegs geschickten Person mit den üblichen Heimwerkermitteln hergestellt werden kann. Die Teile, die aus diesem Punkt herausfallen, wie die Frontplatte oder die Weiche, können Stand März 2016 relativ einfach beschafft werden.

Der Klang eines solchen Lautsprechers soll möglichst neutral, also verfärbungsfrei sein. Alle weiteren positiven Merkmale, wie zum Beispiel das Herausstellen von Details oder ein tief reichender Bass sind zwar erwünscht, haben aber mechanische und preisliche Grenzen! Wer also einen Lautsprecher mit kräftigen Bässen oder kräftigen Höhen erwartet, braucht nicht weiterzulesen!

Zur Verdeutlichung: Den absolut unübertreffbaren Lautsprecher für alle gibt es nicht!

Entscheidungsfindung

Anfang 2016 hatte ich die Idee einen Workshop für die Bedienung des Messprogramms ARTA mitzumachen. Da ich mit ARTA nicht auf „Du“ stehe, aber ein recht gutes vergleichendes Gehör habe, wäre für mich ein „Referenz-Lautsprecher“, also ein Lautsprecher zum Vergleichen, genau das Richtige. Den könnte man dann mittels ARTA von fähigen Leuten prüfen lassen, ob er als Referenz taugt.

Ein weiterer Grund für eine Box ist die Idee, mit diesem Lautsprecher ein paar musikbegeisterte Freunde zu besuchen, um Ihnen den Selbstbau schmackhaft zu machen. Dabei ist vorhersehbar, dass nur der mitgebrachte Lautsprecher als Nachbau in Frage kommt und daher ausreichend Pegelreserven über den gesamten Hörbereich haben muss! Eine Standbox oder ein Subwoofer kommen aber wegen des höheren Gewicht und den größeren Abmessungen nicht in Frage!

Gesucht wird also eine passive Regalbox, die von mindestens 50 bis 20000 Hertz bei -3dB spielt, detailreich und klanglich unauffällig ist, ein Wohnzimmer beschallen kann und kaum mehr als 500 Euro pro Paar kosten sollte.

Ein Lautsprecher, der von vielen Personen als außerordentlich neutral und gut klingend beschrieben wird, ist die „**TAFAL**„. Leider ist diese mit ihrem aufwändigen Gehäuse und der Passivmembran nicht gerade einfach nachzubauen. Bei der Passivmembran konnte ich noch auf eine Fertigmembran ausweichen, aber beim Gehäuse durften keine Abstriche gemacht werden, obwohl sogar Tischler bei einer 25mm-Rundung ihre Probleme haben. Da ich aber gerne für solch ein Projekt inklusive Dokumentation das Einverständnis des Erbauers haben möchte und zumindest nicht explizit erhalten habe, entfällt diese Box leider.

Die „**Duo-DXT**“ als Alternative mag ich irgendwie nicht, auch wenn sie ungefähr so gut wie die TAFAL sein soll. An die fleißigen Erbauer meine Entschuldigung für diese sehr subjektive Entscheidung!

Dann kommt irgendeine Art von „**Bijou**“ in Frage, zu der ich auch die „**Visamon**“ rechne, da sie ähnlich einer „**Bijou 170**“ ist. Möglich sind die „normale“ Bijou mit AL130 und KE25SC als Bassreflex oder die Visamon mit AL170 und KE25SC als GHP-Bauweise. Die Visamon erfüllt den Punkt der Wohnzimmertauglichkeit und der Detailtreue (in den Höhen) besonders gut, wobei der erforderliche Umbau des Hochtöners für mich nicht in Frage kommt und sie dadurch herausfällt.

Ganz ohne Veränderung kommt möglicherweise die „**Studio 2**“ von Visaton aus, wobei man noch den G25FFL gegen den KE25SC tauschen könnte. Diese Box wäre interessant wegen ihres Waveguides, welches den Übergang zwischen AL130 und G25FFL besonders gut hinbekommen soll.

Dann bleiben nur noch die Bijou und die Studio 2. Der AL130 versieht in meiner HQS-Studioline seit Monaten in unserem 35m² Wohnzimmer seinen Dienst und ist auch bei größeren Lautstärken ausreichend motorisiert. Der wäre also kein echter Schwachpunkt, weder im geschlossenen Gehäuse, noch als Bassreflexbox. Bei den Hochtönern würde ich zwar gerne die KE25SC-Kalotte verwenden, aber auch der G25FFL ist für solch ein Projekt noch gut genug qualifiziert und durch das Waveguide sieht er sehr professionell aus. Am Liebsten wäre mir die Studio 2 mit KE25SC als Bassreflexvariante, was aber eine komplette Neuentwicklung wäre, was ich momentan nicht will.

Daher ist die Tendenz zur Studio 2 mit einem auf 12 Liter vergrößertem Bassreflexgehäuse für verbesserte Bassausbaute. Der Bassreflexkanal wird vorne seitlich angebracht. Alles andere bleibt gleich. Damit bleibt diese interessante Box noch gut reproduzierbar.

Am 05.02.2016 ist die Entscheidung zu Gunsten der Studio 2 als Bassreflexbox gefallen.

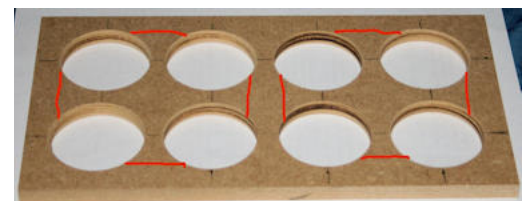
Diverse Personen im Visatonforum haben mir bei dieser Entscheidungsfindung geholfen. Vielen Dank dafür!

Eine „Doku“ für die Box folgt auf der nächsten Seite. Der Aufbau wird aber noch ein paar Monate auf sich warten lassen, da ich nur samstags Zeit zum Aufbau habe.

Die erfolgten Arbeiten:



Es erfolgt der Aufbau der „Studio 2 BR“ mit dem nach vorne seitlich austretenden Bassreflexkanal im Sockel. Links ist die unbehandelte gefräste MDF-Frontplatte mit Hochtönerkalotte plus Waveguide und ein alter AL130 zu sehen. Er hat hinten zwar einen aufgeklebten Kompensationsmagneten KM80, welcher aber die Klangeigenschaften des Lautsprechers nur sehr gering verändert und deshalb vorerst bedenkenlos genutzt wird.

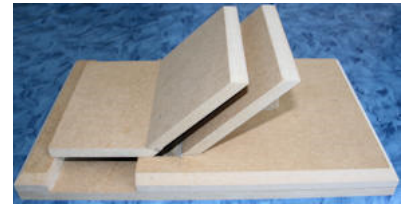


Das rechte Foto zeigt den Anfang meines Aufbaus: das gebohrte Mittelbrett für die Versteifung des Gehäuses (siehe Doku). Wer geduldiger als ich ist, schafft es auch ohne die braunen Ränder. Im Nachhinein fand ich es praktischer, während des Aufbaus eine Hand durchstecken zu können.

Deshalb hier meine Empfehlung noch das linke und recht „Kreuz“ zu entfernen, welches durch jeweils vier Löcher gebildet wird. Die nötigen Schnitte habe ich durch rote Linien angedeutet. Die Stabilität sollte immer noch ausreichend sein.



Links ein Foto meiner „Bassrutsche“ und rechts das Gleiche, nur abgedeckt. Ob es so gut funktioniert, wie es komplex zu bauen ist, muss sich zeigen!



Links der nicht vollständig zusammengeklebte Lautsprecherrohbau und rechts das geplante Kirschbaumfurnier.



Weitere Fotos vom Aufbau – einfach mal so:



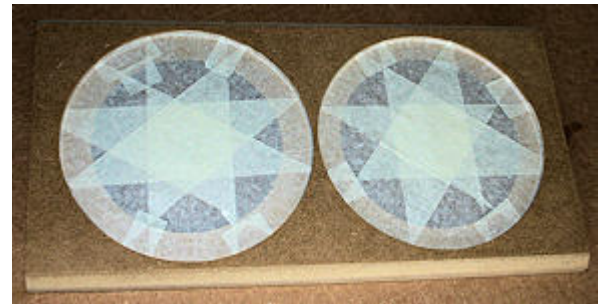
Links ist die fertig aufgebaute Weiche und rechts sind Proben des teilweise lackierten Kirschbaumfurniers und eines MDF-Stücks mit unlackierter, einmalig und doppelt lackierter Stelle. Ein drittes Mal Lackieren und es



wäre ein echtes Schwarz!



Links der Sockel ohne Abdeckung des



Bassreflexkanals und mit Schutz vor der schwarzen Farbe. Rechts die abgeklebte Front, damit möglichst keine Farbe in die Vertiefungen der Chassis läuft, da diese sonst nicht mehr hineinpassen würden.

Furnieren nach der Bügelmethode (kein Aprilscherz!):



Links sieht man eine Oberfläche des Gehäuses und das passende Furnierstück. Beide haben Kleber mit einem feinen Zahnpachtel verabreicht bekommen und wurden 15 Minuten liegen gelassen, damit der Kleber etwas dickflüssiger wird und das Furnier weniger „schwimmt“, wenn es auf dem Holz liegt. Dabei muss der Kleber beim SaRaiFo-Furnier auf dessen Papierseite verteilt werden! (SaRaiFo-Furnier ist etwas einfacher zu handhaben, als das übliche Furnier.)

Foto in der Mitte: Das Bügeleisen ist auf kleinster Stufe eingestellt. Man muss anfangs unbedingt darauf achten, dass das Furnier nicht verrutscht! Nach gut fünf Minuten bügeln legt man das Gehäuse auf eine feste Oberfläche und beschwert es ordentlich oder man legt ein mindestens genauso großes Brett auf das Furnier und klemmt es mit Zwingen mit möglichst gleichmäßigem Druck an. Das bleibt so für 8 bis 12 Stunden.

Rechtes Foto: Da ich glücklicherweise im Besitz einer Oberfräse bin, kann ich damit sehr einfach das gut einen Zentimeter überstehende Furnier nach ca. 12 Stunden abräsen. Andere Varianten wären das Furnier mit einem scharfen Messer oder einem Schleifklotz mit Schmirgelpapier abzutrennen. Das sollte man aber vorher an einem Probestück mehrfach in alle Richtungen getestet haben!

Kurz vor dem Abschluss:

Hier kommen die Fotos der drei Einzelteile kurz vor dem endgültigen Zusammenbau (alle Gehäuseteile; furniertes, lackiertes Gehäuse; lasierte Front; lasierter Sockel).



Meine handwerklichen Fähigkeiten sind nicht übermäßig ausgeprägt, daher sind sicherlich einige optische Verbesserungen möglich! 😞

Die rund 50 cm hohen Ständer sind inzwischen auch angekommen. Fotos gibt es demnächst zusammen mit den beiden Studio 2 BR.

Ostermontag – ein erster Klangtest!

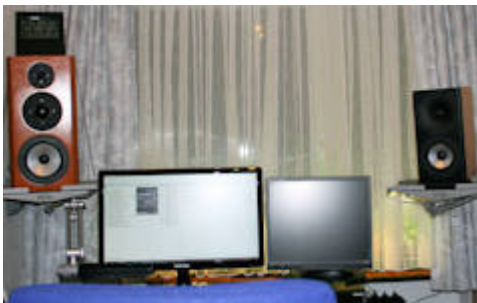


Wegen eines Tagesausfluges musste der Zusammenbau der ersten Box leider auf den Abend verschoben werden, wie auch die ersten Tests. Die erste der beiden Boxen wurde dann aber endlich fertig, wenn auch mit einigen optischen Macken. Sofort wurde sie mit meiner Lieblingsmusik gequält. Die Vergleichsbox für diesen Test war eine HQS-Studioline (Foto links) mit etwas mehr Volumen und dem gleichen Tief-/Mitteltöner. Kann die neue Box mit dem Vorzeigemitteltöner und dem Vorzeigehochtöner von Visaton einigermaßen mithalten? 300 Euro (Mittelton- und Hochttonchassis der HQS-Studioline) gegen 100 Euro (Hochttonchassis plus Kunststoff-Waveguide) mit welchem Ergebnis?

Das größere Volumen macht sich mehr bemerkbar, als gedacht und hat mächtig Bass gemacht, obwohl der Tief-/Mitteltöner der Gleiche ist! Später kam mir noch in den Kopf, dass auch die Dämpfung eine Ursache sein konnte.

Und der Rest? Eine Sekunde dachte ich, „Mist – die Box ist nichts geworden. Da muss ich noch an der Weiche arbeiten!“

Aber in der zweiten Sekunde wurde schlagartig klar: Die HQS-Studioline klingt vergleichsweise bescheiden! Der TI100 mit seinem von mir schon einmal empfundenen „Topfklang“ lässt die Stimmen irgendwie verschnupft und unklar klingen, wie aus einem mit Handtuch abgedeckten Topf. OK – das könnte an meiner selbst entwickelten Weiche liegen. Aber diese Box geht einfach nicht für Vergleiche. Schade, dass meine Yamahabox nicht zur Verfügung steht!



Immerhin habe ich ja noch die abgespeckte Symphonie, meine „Kleine Sympathie“ mit Mitteltonkalotte. So wurde dann die Studio 2 BR aus dem 35 qm großen Wohnzimmer vom Sockel auf die Wandhalterung in meinem 9 qm Arbeitszimmer verfrachtet (Foto rechts). Ich habe mir meine Testmusikstücke in Mono vorgenommen und immer wieder den Balanceregler kreisen lassen. WOW! Die kleine Sympathie, die ich ursprünglich mal mit meiner Yamaha-

Referenzbox abgeglichen hatte, die wiederum klanglich sehr ähnlich zu Visatons Symphonie war, zeigte Schwächen! Oder soll ich lieber sagen – zu viele Stärken? Mir erschienen plötzlich die Mitten überrepräsentiert und auch bei den Höhen wäre etwas weniger mehr gewesen! Die guten Visaton-Regler, mit denen ich den Hochtton- und Mitteltonpegel einstellen konnte, fingen an zu kratzen! Regler im Lautsprecher sind also keine so gute Idee, nicht einmal für Nichtraucher!

Der Klang: Im Bass war die kleine Studio 2 BR sogar der Kleinen Sympathie überlegen, da letztere geschlossen war und damit im Bass nur bis ca. 70 Hertz (-3 dB) spielt, während die kleine BR-Box bis rund 50 Hertz spielt. Die Mitten und die Höhen: Es gab bei der Kleinen Sympathie Stellen, wo sie die Details deutlicher gebracht hatte, als die Studio 2 BR. ABER der Klang der Studio 2 BR ist natürlicher. Es wird nichts betont! Wenn mal ein Bereich fehlt, dann wird hier nichts geschönt!

Dieser Test wollte kein Ende nehmen! Ich konnte mich einfach nicht an der Studio 2 BR satt hören! Ich habe nur ein mittelmäßiges Gehör, aber für mich klingt die Box so, wie ich es mir wünsche: Live dabei!

Genau das macht diese Box: Live Musik!!!

Und der BR-Kanal? Selbst wenn ich mit dem Ohr direkt aufliege, kann ich keine Unsauberkeiten hören! Man könnte der Box eventuell noch mehr Volumen für noch mehr Bass geben, was dann aber den Maximalpegel reduziert.

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

Einen Tag später wurde noch alles Bondum aus der unteren Hälfte entfernt, um etwas mehr Bass zu bekommen. Für mein kleines 9 qm Zimmer war es schon fast zu viel! Jedenfalls war nun auch die zweite Studio 2 BR fertiggestellt und somit war an diesem Abend Musik genießen angesagt!

Jetzt muss ich nur noch die Doku korrigieren!

Mitte April geht es zu einem „Mess-Event“, bei sich hoffentlich die Möglichkeit ergibt, meine Lautsprecher von jemandem messen lassen zu können. Schön wäre es außerdem, die Studio 2 BR gegen die TAFAL antreten zu lassen, die ich für die noch bessere Box halte, wenn auch bei geringerer Nachbausicherheit.

Einen Tag später wurde noch alles Bondum aus der unteren Hälfte entfernt, um etwas mehr Bass zu bekommen. Für mein kleines 9 qm Zimmer war es schon fast zu viel! Jedenfalls war nun auch die zweite Studio 2 BR fertiggestellt und somit war an diesem Abend Musik genießen angesagt!



Mitte April geht es zu einem „Mess-Event“, bei sich hoffentlich die Möglichkeit ergibt, meine Lautsprecher von jemandem messen lassen zu können. Schön wäre es außerdem, die Studio 2 BR gegen die TAFAL antreten zu lassen, die ich für die noch bessere Box halte, wenn auch bei geringerer Nachbausicherheit.

Die Doku und die BoxSim-Datei sind in Downloads zu finden, wenn alles fehlerfrei getestet wurde.

Der Arta-Messworkshop

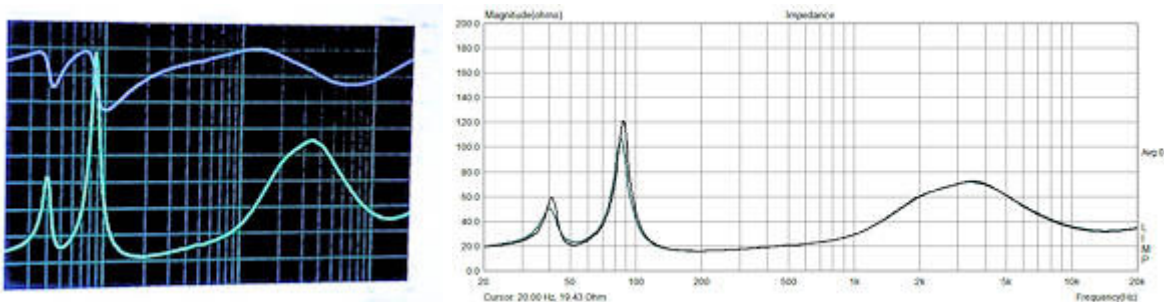
Ich war mir sicher, dass dieser Lautsprecher gut sein würde, da ich die Front und die Weiche komplett von Visaton übernommen hatte. Aber es kam anders!

Zuerst einmal der Fehler, der nicht vollkommen unerwartet war: ein nicht optimaler Bassreflexkanal! Diesen hatte ich selber berechnet, aber offensichtlich irgendetwas nicht berücksichtigt. So sind es aus 45 Hertz für den Bassreflexkanal nun 40 Hertz geworden. So werde ich in der Boxsim-Datei und in der Doku für den Aufbau dieses korrigieren. Allerdings gefällt mir die Nachbausicherheit dieses Kanals noch nicht, so dass ich möglicherweise zukünftig den wesentlich einfacheren Bassreflexkanal mit Schallaustritt nach unten vorziehen und beschreiben werde. Die Box muss dann zwingend auf einem Sockel stehen, was aber selbst auf einem Schreibtisch nicht schwierig sein sollte, wenn es in dem Fall um 3 bis 4 cm Höhe geht.

Der zweite und ganz unerwartete Fehler scheint in der Weiche zu liegen, wobei die Ursache momentan unklar ist, da ich nicht an einen Fehler bei Visaton glaube, da auch schon viele die Box (ohne Bassreflex) erfolgreich nachgebaut und sicherlich auch gemessen haben. Ich habe zwar noch einen Magneten KM80 auf dem üblichen Magneten des AL130 kleben, aber das sollte es eigentlich nicht sein.

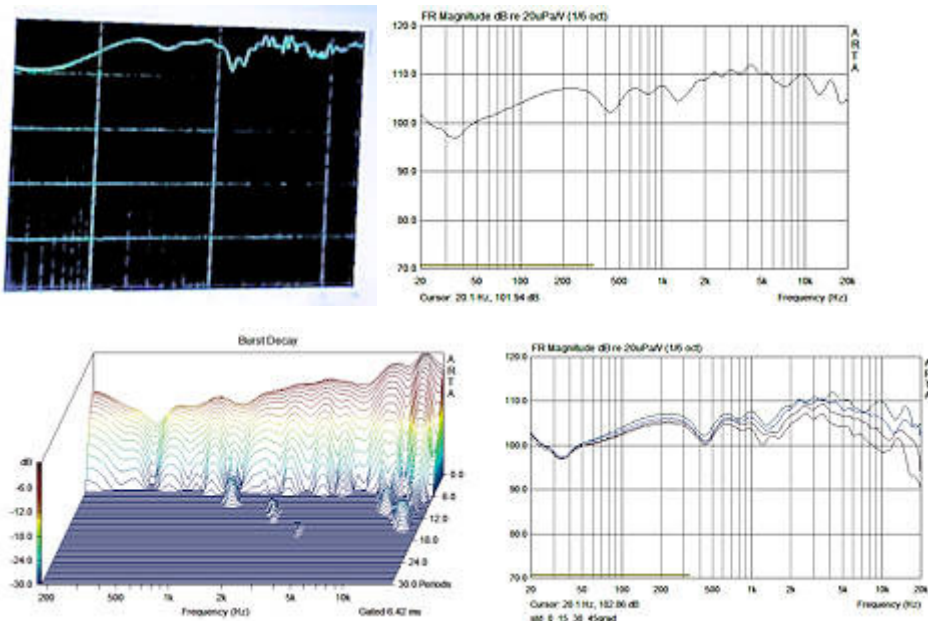
Im Messworkshop wurde gezeigt, wie man mit ARTA möglichst schnell zum Ziel kommt. Leider konnte ich nicht alles dokumentieren und so sind mir dann möglicherweise einige Dinge entfallen, die für eine erfolgreiche Messung wichtig gewesen wären. So habe ich zwei Tage gebraucht, um zu annähernd den gleichen Messergebnissen zu kommen, wie der Vortragende „Hoschibill“ vom DIY-HiFi-Forum. Hier ist eine Gegenüberstellung von den Messungen, wobei ich beim Treffen nur eine Fotokamera mit Videofunktionalität hatte und Hardcopies von Standbildern gemacht habe.

Zu meinen eigenen Messungen sei gesagt, dass ich diese in einem 35 m² großen Zimmer gemacht habe, teilweise an unterschiedlichen Punkten und unterschiedlichen Höhen, wobei ich hier nur Messungen von einem Punkt veröffentlicht habe. Gegen Bodenreflexionen habe ich etwas Steinwolle ausgelegt. **Das Mikrofon ist ein kalibriertes Monacor ECM-40.**

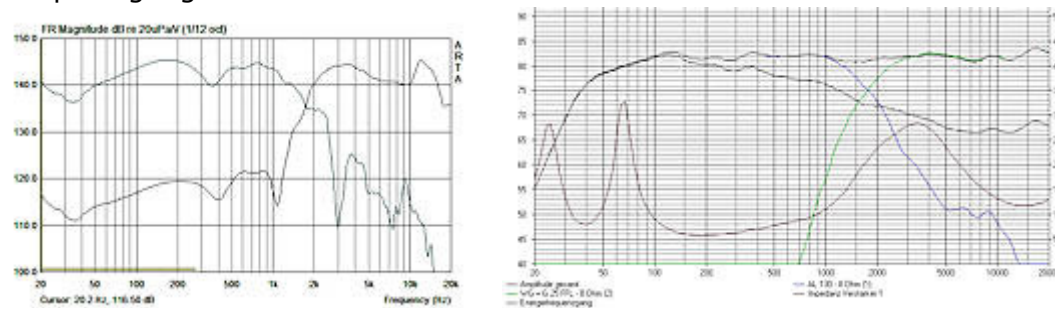


Oben ist der gemessene Impedanzverlauf der Box einmal beim Treffen (untere Kurve) und einmal von zu Hause zu sehen (beide Boxen).

Unten ist der gemessene Frequenzgang der Box vom Treffen und von zu Hause bei ca. 70 cm Mikrofonabstand zu sehen.



Der Vollständigkeit halber und vielleicht auch für die Zukunft habe ich noch vier Bilder erstellt für das Ausschwingverhalten (Wasserfalldiagramm), Frequenzgang unter verschiedenen Winkeln, Frequenzgang von Tief- und Hochtöner bei 1 cm Abstand und der simulierte Frequenzgang.



Es gibt ein paar Punkte aus den obigen Bildern, wozu ich Anmerkungen machen möchte. Der erste Punkt wurde mir bereits von einem Mitglied des Visaton-Forums erklärt:

1. Bei den obersten beiden Bildern ist die Resonanzfrequenz des Bassreflexkanals entgegen meiner Gedanken nicht die Resonanzspitze, sondern die Senke und liegt bei 50 Hertz, was auch von mir so berechnet war. Sehr schön! Ich dachte, es wäre nicht so gut geworden!

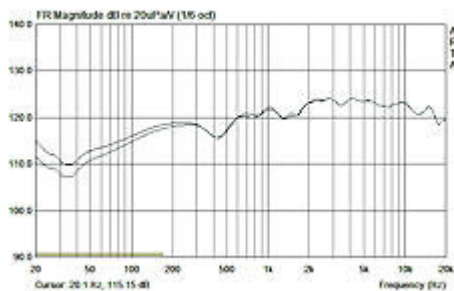
Die zwei Bilder der zweiten Zeile mit den Frequenzgängen haben weitere interessante Punkte und werfen Fragen auf.

2. Bei 400 Hertz ist besonders bei meinen Messungen eine Senke zu erkennen. Ich weiß nicht, warum. Ich habe die Messung an verschiedenen Punkten im 35 m² Zimmer und in verschiedenen Höhen über dem Boden mit dem gleichen Ergebnis wiederholt.

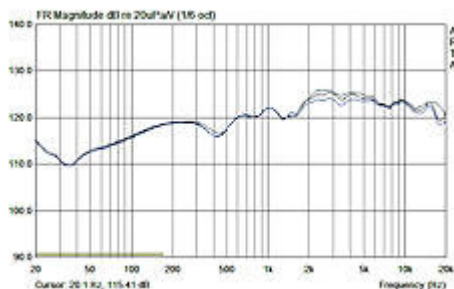
3. Bei 1,4 kHz gibt es eine weitere Senke. Die erste Idee, dass ein verpoltes Chassis die Ursache ist, hat sich nicht bestätigt. Fehler im Aufbau der Weiche sind auch nicht zu finden, die von Visaton entwickelt und schon mehrfach nachgebaut wurde. Eine dritte neu aufgebaute Weiche bringt die gleichen Ergebnisse. Kleinere Veränderungen an der Weiche haben nicht viel gebracht und sind deutlich weniger wirksam, als in der Simu.

4. Bei meiner Messung des Frequenzgangs ist oberhalb von 10 kHz Sinkflug angesagt, während die Messung vom Treffen einen schwach ansteigenden Frequenzgang zeigt. Das könnte am Korrekturfrequenzgang eines der Mikrofone liegen. Wie kann man das überprüfen? Kann man selber solch einen Korrektur-Frequenzgang erstellen?

Weitere Tests oder Informationen, die durch Nachfragen aus dem Visaton-Forum entstanden sind und sich meistens auf Punkt 3 beziehen:



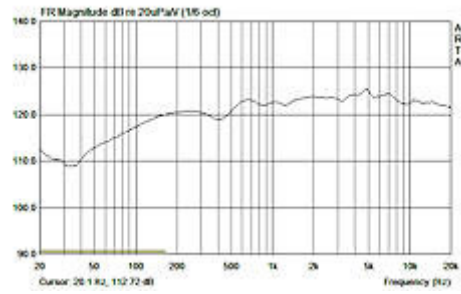
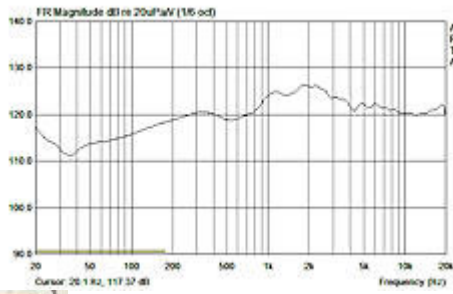
5. Rechts ist das Ergebnis der Messung mit einem zugestopften und offenem BR-Kanal zu sehen. Ich habe mich bemüht, für die gleichen Messbedingungen, wie bei den anderen Messungen zu sorgen, bin aber nicht der ARTA-Fachmann. Ein Unterschied bei den Senken um 400 und 1400 Hertz ist nicht zu erkennen.



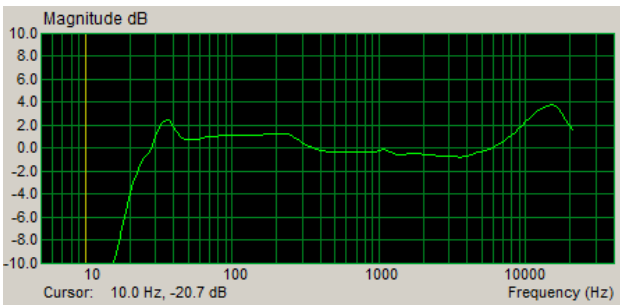
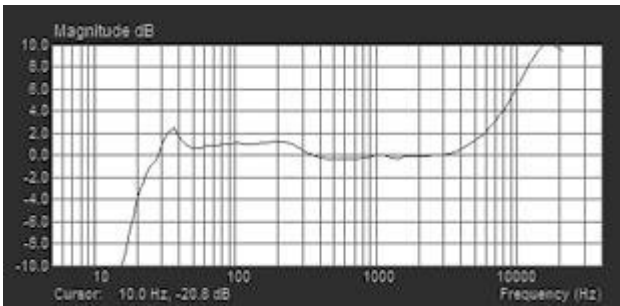
6. Um sicherzugehen, dass die 1,4kHz-Senke nicht nur bei einem Lautsprecher auftritt, rechts ein Bild von Frequenzgängen beider Boxen und bei einer Box noch meine dritte Weiche.

7. Damit einigermaßen sicher ist, dass ich keinen generellen Fehler beim Messen mache, habe ich auf der gleichen Messposition eine CerAL (Zweiweg-BR-Box mit Tangband Tief- und Hochtöner) und meine Kleine Sympathie (geschlossen, Visaton AL170, G50FFL, G20SC) gemessen. Besonders letztere sieht gut aus! Die CerAL ist zweimal links und die Kleine Sympathie ist zweimal rechts zu sehen. Beide Boxen hatte ich bisher nicht gemessen und daher nicht optimiert. Die Weiche der CerAl wurde nach Herstellerangaben ohne Veränderungen gebaut. Die Frontplatte ist allerdings eine Eigenentwicklung und könnte den Buckel zwischen 1 und 4 kHz erklären. **BOXSIM sei Dank!** Damit ist ein wirklich ordentlicher Frequenzgang ohne irgendeine Messung bei der Kleinen Sympathie möglich geworden! (Die 400 Hertzsenke schreibe ich meinem Messaufbau zu,

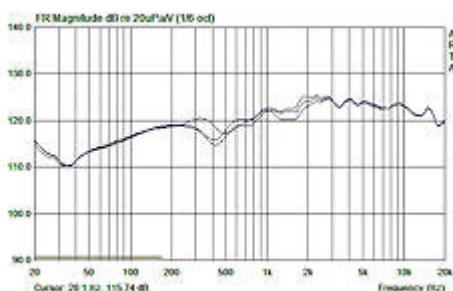
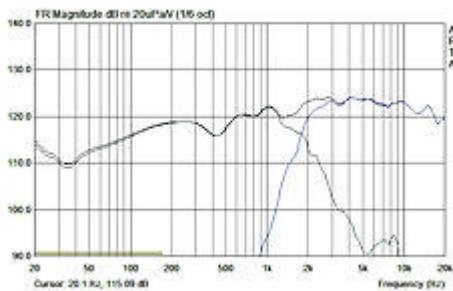
da diese überall erkennbar ist, wenn auch bei der CerAL noch oben verschoben.)



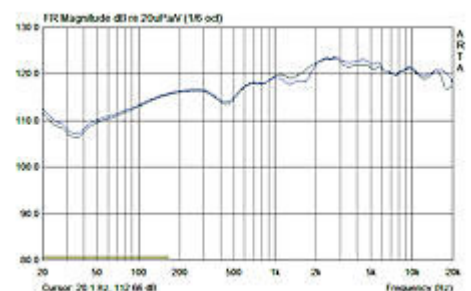
8. Zur Info habe ich rechts den Korrektur-Frequenzgang meines Messmikrofons beigefügt. Oh Schreck – ich hatte zwei Korrekturdateien bekommen! Die rechte, die ich bisher immer genutzt hatte, nennt sich E40IZ_alone_00d und ich habe noch die E40IZ_alone_90d (unten).



9. Zur Diagnose habe ich rechts noch eine Messung mit 70 cm Abstand, wie bei Punkt 3 gemacht, einmal nur mit dem HT, einmal nur mit dem TT und dann in Summe.

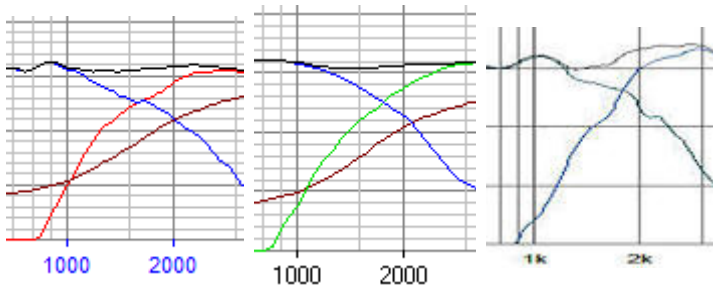


10. Links der Vergleich zwischen der originalen Stusio2BR und einer Variante mit einem 15 µF Kondensator. Rechts noch der

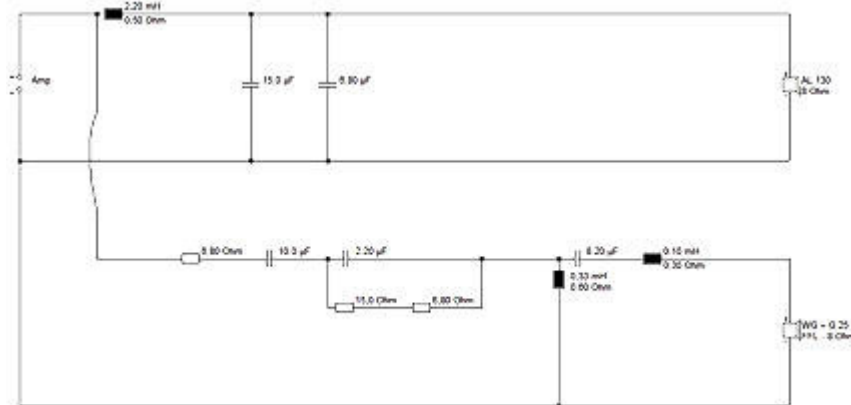


Versuch mit einem $6,8\mu\text{F}$, einem $15\mu\text{F}$ und dem originalen $22\mu\text{F}$ Kondensator, wobei die $22\mu\text{F}$ die tiefste Senke haben.

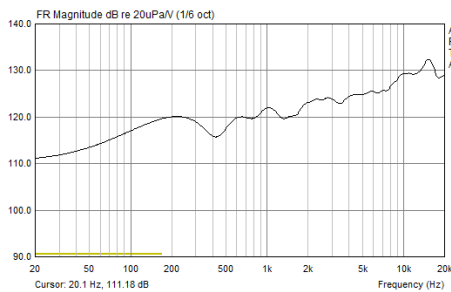
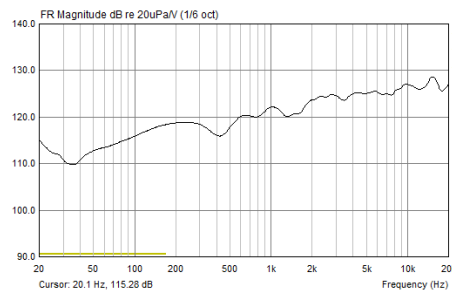
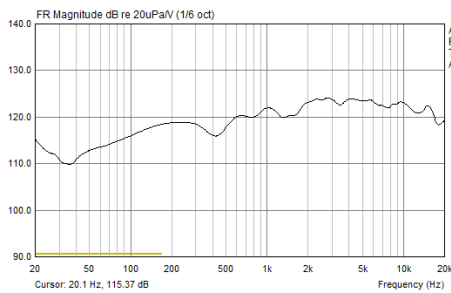
11. Für Adleraugen Bilder vom Übergang des Tieftöners zum Hochtöner von Visaton, meiner Boxsim-Simulation und einer meiner Messungen bei annähernd gleichen Maßstäben:



Mit Brille sieht es für mich so aus, als würde der HT zu hoch und / oder zu steil getrennt. Warum auch immer! Hier meine Weiche, die nicht wesentlich von der Originalweiche abweicht:



12. Hier eine Messung mit der 00-Kalibrierdatei, eine mit der 90-Kalibrierdatei und eine ohne Datei:



Die Kalibrierungsdatei spielt also eine große Rolle!

13. Die 400 Hertz-Senke ist auch schwach ganz oben auf dem linken Bild in der zweiten Reihe zu sehen, welches vom Treffen stammt und mit einem gänzlich anderen Aufbau gemessen wurde. Nicht einmal das Mikrofon, die USB-Karte, der Verstärker, der Sockel oder die Anschlusskabel sind

gleich zu meinem Aufbau. Also ist es doch nicht mein Aufbau, aber vielleicht eine Gemeinsamkeit beim Messen. Lediglich die beiden Galgen waren ähnlich, was aber bei der Frequenz egal sein sollte.

Ende April 2016 steht für mich fest:

Auch wenn dieser Lautsprecher qualitativ in Ordnung ist, so hat er mein Ziel von +/- 2 dB bei Frequenzgangabweichungen und hoher Nachbausicherheit bei akzeptablem Preis nicht ganz erreicht!

Einen Spaß-Lautsprecher hab ich schon fast gefunden!

Bei der bezahlbaren Referenzbox bin ich noch auf der Suche...

Bau eines Vergleichs-Lautsprechers

Weitere Optimierungen

Es wurde noch die Senke bei 400 Hertz untersucht. Folgende Messungen auf der grünen Wiese (Freifeld) sind am Vatertag 2016 entstanden. Aber zuerst die passenden Fotos.

Alle Messungen auf dieser Seite sind unkalibriert, das bedeutet, die absoluten Werte der Amplitude sind falsch! Die relativen Werte sind aber unter Berücksichtigung meiner unprofessionellen „Messvorrichtung“ richtig und nutzbar!

Gemessen habe ich alle meine derzeit verfügbaren Lautsprecher. Interessehalber hier noch einmal die Studio2BR mit der zugehörigen Messung bei leicht korrigierter Weiche (Empfehlung eines Mitglieds des Visaton-Forums):

Fotos vom „Messplatz“ und einer von vielen Versuchen, der 400Hertz-Senke auf die Spur zu kommen (schräge Steinwolle):

Gemessen wurde für diesen Test nicht die Studio2BR, sondern eine TML mit einem einzelnen Breitbandchassis, um Fehler beim Messen mit einem Mehrweggerich zu vermeiden.

Links unten ist die Messung zur Kurve „test2“ zu sehen. Das zugehörige Foto ist oben links. Die Kurve „test_seitenlage“ war gleich, bis darauf, dass der kleine Lautsprecher auf einer Seite lag. Die dritte Kurve „test_boden“ gehört zum rechten obigen Foto.

Das Ergebnis: Besonders der Vergleich von test2 zu test_boden macht klar, dass es sich bei der Senke bei 400 Hertz um ein Problem mit der Bodenreflexion handeln muss. Zumindest interpretiere ich das so.

Es hat sich später herausgestellt, dass der Verstärker die Hauptschuld an dieser Senke hatte!

Ende Mai gab es eine weitere Verbesserung meiner ARTA-Messung. Die großartige und unermüdliche Unterstützung eines Forum-Mitglieds namens **Gazza** (Link ist in Quellen unter Technik/Lautsprecher-Selbstbau zu finden) habe ich zum Anlass genommen, die TASCAM gegen eine (vorhandene) Behringer UCA-222 Soundkarte und einen gebrauchten Monacor Mikrofonvorverstärkers MPA-102 auszutauschen, um meine Messungen reproduzierbarer zu machen. Durch die TASCAM gab es hin und wieder Bedienungsfehler. Der wichtigste Punkt war aber der Austausch des Dynavox Mini-Verstärker CS-PA1MK (ca. 40 Euro) gegen einen Denon PMA500 (ca. 300 Euro)! Hier der unkalibrierte Vergleich der gemessenen Frequenzgänge der beiden Verstärker (**rot Dynavox, grün Denon**) an meiner Studio2BR im groben und feineren Massstab:

Damit ist die Senke bei 400 Hz Schnee von gestern! Die endlich funktionierende Messung und der leichte Buckel zwischen 2 und 3 kHz haben mich dazu verleitet, die kleine Änderung an der Weiche rückgängig zu machen. Dabei kam das folgende Bild heraus, wobei grün die Originalweiche und gelb die leicht veränderte Weiche ist.

Nur bei 1,5 kHz gibt es eine Änderung, die mir aber mit der Modifikation (gelb) besser gefällt. Der Bereich zwischen 2 und 3 kHz (oder sogar bis 5 kHz) wäre aber noch einmal dran. Da geht bestimmt noch mehr! Ansonsten ist der Frequenzgang ganz passabel, sofern ich dieser Messung trauen kann. Unter 200 Hz kann man ohne Messraum keine brauchbaren Ergebnisse erwarten und daher vernachlässige ich diesen Bereich, da er mir außerdem relativ gut gefällt.

Wenn man ein bisschen bei der Auflösung und mit dem Maßstab spielt, sieht man die nicht so ganz optimale Kurve zwischen 1,5 und 6 kHz, wobei der Hochtton generell auch minimal zu hoch ist:

Wenn das stimmt, gibt es doch noch etwas zu optimieren, auch wenn es nur rund 2 dB sind!

Anfang Juni habe ich noch weiter optimiert, nachdem ich nun in meinen Messaufbau und ARTA Vertrauen gefasst habe! Das nächste Bild zeigt eine Kurve mit einer deutlich veränderten Weiche, wodurch die Nachbausicherheit sehr gelitten hat. Die dunklere Kurve ist bei 0 Grad und die hellere Kurve bei 30 Grad Winkel aufgenommen.

Für den Nachbauer der Studio2BR gibt es nun folgende Möglichkeiten:

1. Man übernimmt die Weiche komplett von Visaton und hat einen nicht ganz optimalen Frequenzgang, den aber Personen mit ungeübtem Ohr kaum feststellen werden.
2. Man übernimmt die Weiche von Visaton und ändert den 22uF Kondensator auf 18uF ab (nicht auf 15uF – Erkenntnis aus Anfang Juni). Dann bleibt hauptsächlich die obige Erhöhung von 2dB zwischen 1,5 und 5 kHz, was auch nur wenige hören werden.
3. Wem das bisher ausgegebene Geld zu schade ist, um damit eine nicht optimale Studio2BR zu bauen, der baut die Weiche so um, wie der folgende Schaltplan zeigt. Dann ist auch der gerade genannte Buckel verschwunden und es bleiben lediglich kleinere „Hügelchen“ aus dem obigen Bild, die auch geübte Ohren kaum noch bemerken werden.

Hier der Schaltplan der stark veränderten Weiche:

Als Ersatz für einen Trip durch die Geisterbahn, hier eine Messkurve, die an einer der Bassreflexöffnungen aufgenommen wurde. Die dunklere Kurve ist ohne Dämpfung und die hellere mit optimaler Dämpfung, was immer noch sehr schlecht aussieht!

Alles oberhalb von 500 Hertz gehört da eigentlich nicht hin! Zum Glück geht der Schall nicht direkt nach vorne heraus!

Hier hört mein Wunsch nach Optimierung der Studio2BR vorerst auf!

So dachte ich Anfang Juni 2016! Und schwupps – schon gibt es eine weitere Seite, weil es doch nicht so „einfach“ war!

ARTA und kein Ende!

Ende Juni 2016 war meine ARTA-Messbox-XXL fertig und ich war so leichtsinnig, meine Studio2BR noch einmal zu messen. Zuerst eine unkalibrierte Messung ohne Box von Anfang Juni, dann eine kalibrierte mit der neuen Messbox, das gleiche stark geglättet und anschließend die dazugehörige BoxSim-Simulation:

Es sieht für mich so aus, als wenn mich meine Messung vom Anfang Juni **fälschlicherweise** zu einer **Weichenänderung** verleitet hat!

Achtung! Die Messungen sind extrem vergrößert und außerdem sind sie erst ab ca. 200 Hertz aussagekräftig!

STOOOPPPPPP! – Das war's noch nicht, denn:

Hören ist wichtiger als Messen!

Es wird weiter optimiert, da beim Hören klar wurde: da geht mehr!

Die Box mit der Weiche aus Mitte Juni war etwas „spritziger“, während die Box mit der Weiche vom 27.06.2016 minimal dumpfer, aber auch „natürlicher“ klang.

Die nächste Weiche ist inzwischen fertig. Simuliert habe ich sie schon und jetzt auch gemessen!

Theorie und Praxis! Was für ein Unterschied! Da ist mit Sicherheit irgendwo ein Fehler, aber wo? Ich werde mir die Sache anhören, um herauszufinden, ob der Fehler in der Simulation oder in der Messung liegt!

29.06.2016: Das Aus für meine Studio2BR als Referenzbox! – So dachte ich zumindest an dem Tag!

Nachdem ich im Juni rund 100 Stunden in die Optimierung der Studio2BR gesteckt hatte, kam jetzt das Aus:

Einer der beiden AL130 hatte rund 2 dB weniger, als der andere, obwohl beide immer gleich behandelt wurden, gleich alt waren und bis gestern noch nichts davon zu sehen war!

Ich habe mir daraufhin den Frequenzgang des lautereren angesehen, bei dem mir die Box bis auf ein minimales Zuviel an Höhen gut gefällt. Und das kann man auch in der stark geglätteten Messung erkennen:

Die gelbe Kurve zeigt die „laute“ und die grüne die „leise“ Box. Bei der leisen Box ist die Weiche so, dass ich nichts mehr ändern werde, während die laute Box im Hochtönerzweig noch einen größeren Vorwiderstand zur Dämpfung bekommt. Der Buckel bei gut 2 kHz wird nicht mehr verändert.

01.07.2016: Der Durchbruch! Die Studio2BR wird meine persönliche Vergleichsbox!

Das obige Thema mit dem defekten Lautsprecher ist erledigt. Das einzige, was defekt war, war die Luft in meinem Kopf! Ich hatte die Wolle so platziert, dass es möglichst wenig Mittelton in den Bassreflexkanal schaffen konnte, mit dem Nachteil, dass der Tieftöner zu stark gedämpft wurde! Die Wolle sitzt nun wieder hinter dem Hochtöner und würgt mir den Bass nicht mehr ab! Da der Bassreflexkanal den (unerwünschten) Schall nicht direkt nach vorne abstrahlt, gehe ich diesen Kompromiss ein.

An diesem Tag habe ich die für mich optimale Weiche gefunden:

Diese ergibt folgenden gemessenen stark geglätteten Frequenzgang bei den beiden Lautsprechern und auch noch den Frequenzgang mittels Boxsim:

Wie immer ist der Frequenzgang der Messung unter 200 Hertz nicht auswertbar. Die Abweichung der beiden Lautsprecher ist maximal 1 dB und somit für mich unwichtig. Sicherlich sieht die kaum geglättete Kurve „wilder“ aus, aber ich kann mit einer derartigen Anzeige wenig anfangen, da ich immer noch von einigen Messfehlern und Reflexionen ausgehe. Boxsim sieht durchaus anders aus, aber grob passt es zumindest. Das Waveguide kann Boxsim bekanntermaßen nicht korrekt darstellen.

Das Wasserfalldiagramm und für Freaks die nur schwach geglättete Box:

Bei ca. 2,5 kHz und 10 kHz sind kleinere Unsauberkeiten, aber das kann auch an meiner Messumgebung liegen. Es sieht unerwartet gut aus.

Warum gebe ich mich plötzlich zufrieden? Sicherlich spielt es eine Rolle, dass ich schon elendig viel Zeit in die Studio2BR und auch in ARTA investiert habe, aber zum ersten Mal gibt es eine brauchbare Übereinstimmung zwischen Simulation, Messung und meinem Gehör! Die Boxen klingen jetzt sehr natürlich und die Tauglichkeit zum Langzeithören haben sie auch, da ich dafür gesorgt habe, dass es nicht ein Zuviel an Höhen oder Bässen gibt. Der Standort des linken Lautsprechers, der den Bass forciert hatte, wurde in eine andere Raumecke verlegt. Dadurch ist der Bass wieder normal, ja, sogar ungewohnt schwach!

Inzwischen habe ich über eine Stunde Musik gehört und finde es einfach total unspektakulär, aber auch entspannend. Es sind aber trotzdem reichlich Detailinformationen zu bemerken, wenn man will. Das ist genau das, was ich möchte! Einerseits Entspannung beim Musikhören, aber auch bei Bedarf Neues durch die Detailfülle entdecken!

Am folgenden Tag wurde ordentlich aufgedreht. Dabei habe ich zumindest mit meinem Gehör etwas zu kräftige Höhen festgestellt, die mir beim Leisehören eher zu gering erscheint. Zur Not bemühe ich dann den Loudness-Schalter beim Leisehören und den Höhenregler beim Lauthören. Ich gehe momentan davon aus, dass ich diesen Effekt bei jedem Lautsprecher haben werde und verfolge es nicht weiter.

Noch einmal zur Verdeutlichung zum Klang:

Wer erwartet, dass Freunde beim Hören der Box verzückt die Augen verdrehen, liegt mit dieser Box falsch. Aus meiner Sicht muss ein guter Lautsprecher unauffällig, im Positiven, wie auch im Negativen sein! Das bedeutet, es wird klanglich nichts geschönt und nicht verborgen!

Genau das macht diese Box! Schlechte Aufnahmen bleiben schlecht und klanglich spielt sie wirklich gradlinig. Auch wenn ich bei den Optimierungen einen teureren Hochtöner empfehle, ohne ihn getestet zu haben, so ist diese Box so gut, dass ich sie einem nahen Verwandten bauen und schenken werde, ohne mich schämen zu müssen. Und das heißt bei mir schon viel!

Die Doku im Download-Verzeichnis ist aktualisiert, auch wenn es nicht DER Nachbau-Lautsprecher geworden ist. Wer schon Lautsprecher selber gebaut hat, wird aber bei Nutzung eines einfacheren Bassreflexkanal auf keine Hürde stoßen. Die Weiche ist jedenfalls sehr einfach und das 12-Liter-Gehäuse auch, da man die fertig gefräste Schallwand der Studio2 kaufen und ohne Veränderungen nutzen kann!

Nach meiner Weichenoptimierung im Juni / Juli 2016 gibt es nur noch wenige Optimierungsmöglichkeiten.

- 1.** Der nicht ganz perfekte Hochtöner kann durch einen KE25SC ersetzt werden, wenn man die Weiche komplett neu gestaltet. Das wurde bereits von einem Visatonforumsmitglied positiv getestet. Es erfordert natürlich Wissen oder den Schaltplan der bereits entwickelten Weiche und das nötige Kleingeld, da der Hochtöner rund 50 Euro pro Stück mehr kostet.
- 2.** In meiner Dokumentation in Downloads habe ich bereits auf einen wesentlich einfacher zu erstellenden Bassreflexkanal nach vorne unten verwiesen (Version 2). Wer es noch einfacher haben möchte, nimmt ein fertiges Bassreflexrohr (Intertechnik BR-SL45 oder Visaton BR 19.24) mit 5 cm Innendurchmesser und 20 cm Länge und führt es auf der Rückseite hinaus. Es hat aber alles seine Vor- und Nachteile! In letztem Fall wäre das ein minimal schwächerer Bass, besonders im Nahfeld. Die in der Doku beschriebene Version 2 wird zum Jahresbeginn 2017 noch getestet, da ich den Auftrag habe, ein weiteres Paar der Studio2BR zu bauen.
- 3.** Vor- und Nachteile, das gilt auch für diese Optimierung: Man kann das Gehäuse nach hinten um 5 cm verlängern und erhält dadurch mehr Volumen, mit dem sich bei passendem Bassreflexkanal ein tieferer Bass erzeugen lässt. Das geht dann zu Lasten der maximalen Belastbarkeit der Box.
- 4.** Wer so richtig aufrüsten will, um etwas detailreichere Höhen und einen kräftigeren Bass zu bekommen, der kann sich nach der „Visaton Straight“ umsehen (Klang + Ton 06/2013). Sie hat den teureren Hochtöner KE25SC (ohne Waveguide) und einen zweiten Visaton AL130 eingebaut, wobei der zweite AL130 lediglich für den Tiefton zuständig ist. Das klingt sehr gut, ich habe es leider weder getestet, noch gehört.
- 5.** Man könnte die Box mit einer aktiven, statt einer passiven Weiche bauen.