



Dokumentation der Messergebnisse Gerhard Arlt, 25.10.2008

definiteAudio GmbH
Peter-Vischer-Str.2
D-91056 Erlangen

Tel: 09131 – 758691
Fax: 09131 – 758691
e-Mail: info@definiteAudio.de
Web: <http://www.definiteAudio.de>
Umsatzsteueridentnummer: DE254963094
HRB 11085 Fürth

Inhalt

Inhalt.....	2
Einleitung.....	3
Messausrüstung	3
Hörraum.....	3
Anlagenausstattung	4
Messergebnisse	4
Amplitudenfrequenzgang	4
Impulsantwort.....	5
IACC	6
Sprungantwort.....	7
Korrektur mit AudioVolver.....	8
Amplitudenfrequenzgänge im Vergleich	8
Amplitudenfrequenzgänge rechts/links nach der Optimierung	10
Sprungantworten im Vergleich	11
Zusammenfassung	13
Subjektiver Höreindruck des Interessenten	14

Einleitung

Im Rahmen einer „Try before Buy“ Teststellung wurde bei Herrn Gerhard Arlt ein bestehendes System mit RoomPerfect vermessen und durch den Einsatz von AudioVolver optimiert. Die folgende Dokumentation beinhaltet das Messprotokoll sowie die subjektiven Höreindrücke des Interessenten.

Messausrüstung

Die Messung wurde mit einem M30BX Messmikrofon der Firma Earthworks direkt am Hörplatz durchgeführt. Die Messergebnisse wurden mit Acourate visualisiert.

Die Messung erfolgte mit einem logarithmischen Sinus (60s Sweep). Aus dem gemessenen Signal wurde mittels Faltung mit der Inversen des logarithmischen Sinus die Impulsantwort errechnet.

Hörraum

Die Messung erfolgte in einem rechteckigen Raum, der nicht ganz symmetrisch ist. Auf der linken Seite befinden sich ein Kamin, die Eingangstür, und ein Regal. Die rechte Seite besteht nur aus glatten Wänden und einem Fenster.

Als Besonderheit ist das bauseits installierte Basshorn zu erwähnen, dass im Keller beginnend knapp unter der Decke des Hörraums endet und sich über die gesamte Zimmerbreite erstreckt.

Das Foto zeigt das Basshorn mit den darunter angeordneten Lautsprechern. Oben, ca. 50cm unter der Zimmerdecke endet das Horn und ist dort zum Hörraum hin geöffnet.



Abbildung 1: Hörraum

Als Hörplatz dient ein unsymmetrisches Sofa, das ca. 1,5m vor der Rückwand des Hörraums entfernt steht.

Der Hörraum ist unbedämpft, Absorber sind nicht installiert.

Anlagenausstattung

Zum Einsatz kommen die Lautsprecher Avantgarde Acoustic Trio, in Kombination mit dem bauseits installierten Basshorn, das über eine eigene Endstufe verfügt.

Die Trennung zwischen dem Basshorn und den Lautsprechern erfolgt bei 140Hz mit einem Linkwitz-Riley-Filter 2.Ordnung und einer Laufzeitverzögerung von 560cm zum Ausgleich der Länge des Basshorns.

Als Elektronik kommt ein Lyngdorf Digitalverstärker TDA 2200+ mit RoomPerfect zum Einsatz, der zugleich als Frequenzweiche dient und die Avantgardes sowie die Endstufe des Basshorns ansteuert.

Messergebnisse

Amplitudenfrequenzgang

Die Darstellung des Amplitudenfrequenzgangs erfolgt geglättet. Als Glättungsverfahren kam FDW von Acourate zum Einsatz. Der Amplitudenfrequenzgang ist relativ, nicht absolut aufgetragen.

Die Messung erfolgte bei eingemessenem und aktiviertem RoomPerfect.

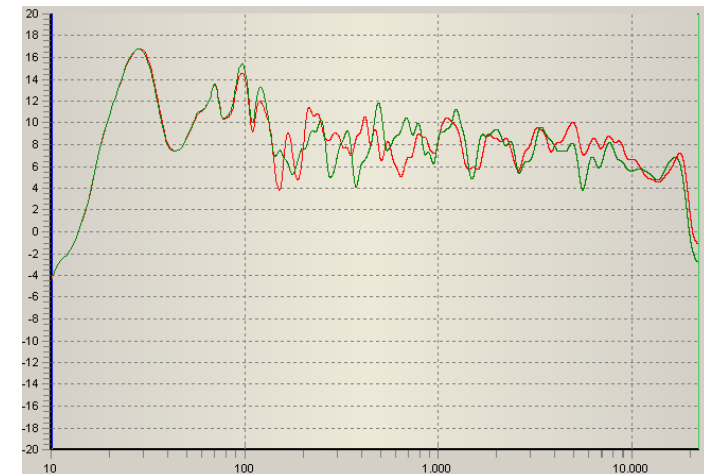


Abbildung 2: Rot = Linker Kanal, Grün= Rechter Kanal

Man sieht, dass der Subbass bei 28Hz mit 9dB deutlich zu laut ist (Raummode auf der Längsachse des Raums). Im Bereich um 100Hz ist der Bass um über 6dB zu laut, was sich durch Dröhnen bemerkbar macht. Zwischen 100Hz und 200Hz erkennt man einen Einbruch, der durch die zu tiefe Trennfrequenz zwischen Basshorn und Avantgarde verursacht wird.

Unterhalb von 1000Hz unterscheidet sich die Lautstärke zwischen dem rechten- und linken Kanal stark, was zu einem unfokussierten Mitteneindruck führt.

Ab 1000Hz ist der Amplitudenfrequenzgang sehr wellig um ab 9000Hz um 3dB abzufallen. Dieses Verhalten ist für einen ungedämpften Raum sehr ungewöhnlich. Nach einer Vergleichsmessung bei abgeschaltetem RoomPerfect war sicher, dass der Höhenabfall eine Eigenschaft des Hochtorns ist.

Impulsantwort



Abbildung 3: Rot = Linker Kanal, Grün= Rechter Kanal, Dargestellter Bereich: 10ms

Zunächst fällt auf, dass der Hochtöner invertiert abstrahlt. Das ist daran zu erkennen, dass der negative Ausschlag des Pulses größer ist als der positive.

In den ersten drei Millisekunden sieht man starke Reflexionen, die aber bei beiden Lautsprechern nahezu deckungsgleich sind. Sie sind der Geometrie der Hörner geschuldet und stören aufgrund ihrer Symmetrie nur wenig.

Die Reflexionen bei 4ms (1,39m), 7,3ms (2,5m) und bei 10,3ms (3,55m) sind zwischen den Kanälen unterschiedlich stark ausgeprägt und resultieren aus der unsymmetrischen Raumgeometrie. Dies führt zu einem weniger scharfen 3D Abbild. Es wird empfohlen herauszufinden wo die Reflexionen herrühren, damit raumakustische Maßnahmen zu ihrer Beseitigung getroffen werden können (manchmal genügt bereits das Verschieben eines Einrichtungsgegenstands).

IACC

Je geringer der Unterschied zwischen den Impulsantworten des rechten und des linken Kanals am Hörplatz ist, umso besser gelingt einem HiFi-Wiedergabesystem die akustische 3D-Raumdarstellung.

Der IACC-Wert (Interaural Cross Correlation, Wertebereich 0 bis 1) berechnet sich aus dem Unterschied zwischen den Messungen der linken und der rechten Impulsantwort. Er ist das Maß für die Qualität der erzielbaren 3D-Raumdarstellung eines HiFi-Wiedergabesystems.

Folgende Tabelle gibt Auskunft über die Klassifizierung des IACC-Wertes.

- < 0,6 schlecht
- > 0,6 gut
- > 0,7 sehr gut
- > 0,8 exzellent
- > 0,9 spektakulär

In Wohnräumen ist unter besten Bedingungen allerhöchstens ein Wert von 0,75 erreichbar. In einem akustisch behandelten Studio kann man jedoch unter guten Bedingungen IACC-Werte von über 0,9 erreichen, was sich dann in einer überwältigenden 3D-Raumdarstellung äußert.

Die durchgeführte Messung liefert einen **IACC-Wert** von **0,497**, ein vergleichsweise schlechter Wert aufgrund der Unsymmetrien im Raum und des hohen Grades an Reflexionen durch das Fehlen jeglicher Dämpfung.

Sprungantwort



Abbildung 4: Rot = Linker Kanal, Grün= Rechter Kanal, Dargestellter Bereich: 10ms

Deutlich sichtbar ist, wie nacheinander der Hochtöner, Mitteltöner und Bass der Avantgarde einsetzen. Konstruktionsbedingt ist bei der Avantgarde der räumliche, und damit zeitliche Versatz zwischen den Membranen der einzelnen Treiber sehr hoch.

Im Ergebnis führt das bei dem relativ kleinen Hörabstand im Raum dazu, dass punktuelle Ereignisse wie z.B. das Anzupfen einer Kontrabasssaite oder das Anschlagen einer Trommel immer etwas verwaschen klingen.

Die Sprungantwort spiegelt selbstverständlich auch die Reflexionen in der Impulsantwort. Deutlich sichtbar sind die Störungen, die durch die Reflexion bei 4ms und 7,3ms entstehen!

Die Idealkurve wäre ein steiler Sprung nach oben und ein exponentieller Abfall innerhalb der ersten 10ms.

Korrektur mit AudioVolver

Nach der Durchführung verschiedener Probemessungen wurden an der Frequenzweiche, die das Basshorn von den Avantgardes trennt, folgende optimierte Einstellungen vorgenommen:

- Die Eckfrequenz wurde auf 160Hz erhöht, da die Avantgardes unter 140Hz keinen nennenswerten Schalldruck mehr erzeugen.
- Die Flankensteilheit wurde auf 8.Grad Linkwitz-Riley erhöht um das Anschlagen der Avantgarde bei hohen Bass-Laustärken zu verhindern und den Überlappungsbereich zwischen dem Basshorn und den Avantgardes so klein wie möglich zu halten.
- Die Zeitverzögerung der Avantgardes bezogen auf das Basshorn wurde auf 635cm erhöht, was der akustischen Laufzeit durch das Basshorn entspricht.

RoomPerfect wurde abgeschaltet und mit dem so vorbereiteten System eine Messung durchgeführt, die die Basis für die darauffolgende Berechnung des Optimizers war.

Der **IACC-Wert** konnte durch den Optimizer auf **0,615** erhöht werden, ein unter den gegebenen Rahmenbedingungen hervorragender Wert!

Amplitudenfrequenzgänge im Vergleich

Die im folgenden dargestellten Vergleiche beziehen sich immer auf den Vergleich des mit RoomPerfect erzielten Ergebnisses. Unter dem Ausdruck „Original“ ist also die Messung mit aktiviertem RoomPerfect zu verstehen.

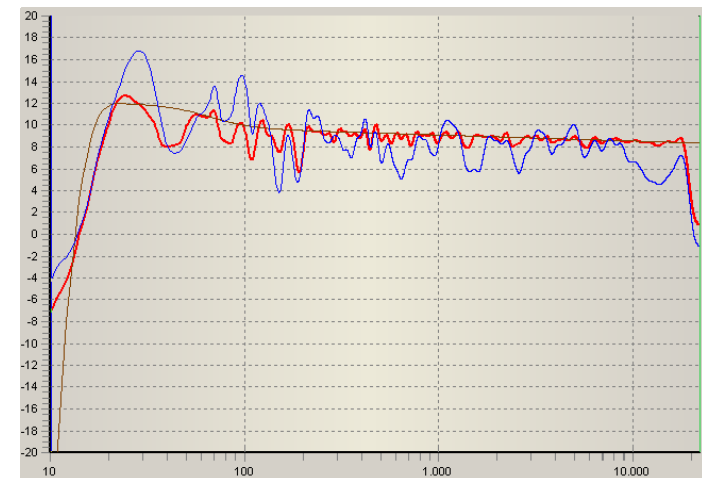


Abbildung 5: Rot = Linker Kanal mit Optimizer, Blau = Linker Kanal Original

Optimiert wurde auf eine Zielfunktion (braune Kurve), die insgesamt um 2,5dB geneigt ist (das entspricht dem natürlichen Höhenabfall des gemessenen Hörraums). Unterhalb von 66Hz steigt sie um 2dB an, was einen volleren, etwas runderen Bassbereich erzeugt ohne zu dröhnen.

Der Vergleich der Amplitudenfrequenzgänge zeigt, dass mit dem AudioVolver ein nahezu glatter Amplitudenverlauf erzeugt wird.

Besonders ab 200 Hz sind alle Unebenheiten vollständig verschwunden. Damit ist das gesamte, von den Avantgardes gelieferte Signal perfekt linearisiert. Das betrifft insbesondere auch den oberen Hochtonbereich, der nach der Optimierung praktisch deckungsgleich mit der Zielfunktion ist.

Unter 200Hz bestimmt das Basshorn mit seiner andersartigen Ankopplung an den Raum das Bild. Die Mode bei 28Hz konnte vollständig beseitigt werden genauso wie das Dröhnen des Basses im 100Hz Bereich. Die kleinen Auslöschungen, besonders die bei 40Hz sind raumbedingt und wurden deshalb nicht aufgefüllt.

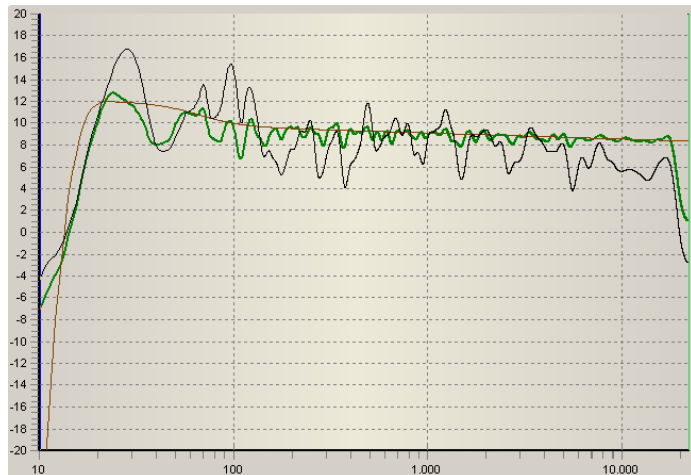


Abbildung 6: Grün = Rechter Kanal mit Optimizer, Schwarz= Rechter Kanal Original

Ein praktisch identisches Bild ergibt sich für den rechten Kanal.

Amplitudenfrequenzgänge rechts/links nach der Optimierung

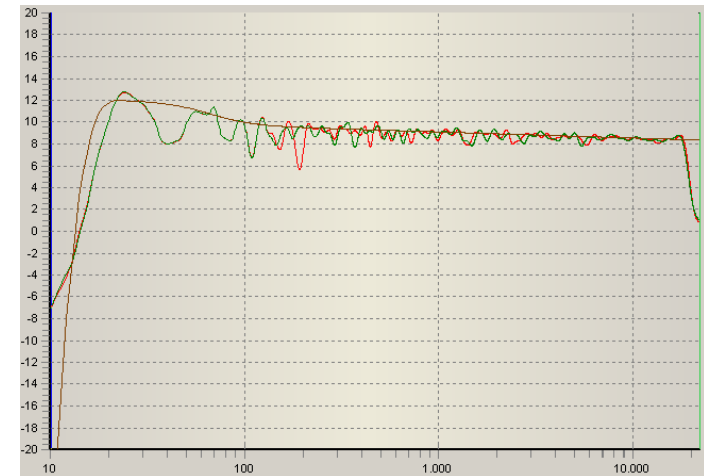


Abbildung 7: Rot = Linker Kanal mit Optimizer, Grün = Rechter Kanal mit Optimizer

Insgesamt ergibt sich nach der Optimierung mit dem AudioVolver ein sehr ausgeglichener Amplitudenfrequenzgang, der sich weitestgehend innerhalb eines 2dB Bandes bewegt und bei dem sich beide Kanäle nahezu identisch verhalten. Die untere Grenzfrequenz (-3dB) des Systems liegt aufgrund des gewaltigen Basshorns bei beachtlichen 20Hz!

Sprungantworten im Vergleich

Die im folgenden dargestellten Vergleiche beziehen sich immer auf den Vergleich des mit RoomPerfect erzielten Ergebnisses. Unter dem Ausdruck „Original“ ist also die Messung mit aktiviertem RoomPerfect zu verstehen.

Wie man Abbildung 4 entnehmen kann, ist die Sprungantwort geprägt von den großen Abständen zwischen den Membranen der einzelnen Treiber der Avantgardes.

Dadurch ergab sich die Herausforderung für den AudioVolver nicht nur die Phasenverschiebungen der Frequenzweichen zu kompensieren, sondern gleichzeitig den konstruktionsbedingten Zeitversatz zwischen den Membranen der Avantgardes.

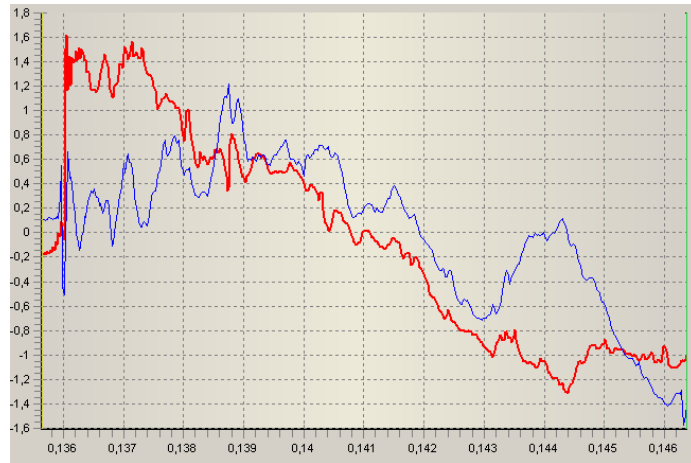


Abbildung 8: Rot = Linker Kanal mit Optimizer, Blau= Linker Kanal Original

Durch den Einsatz des AudioVolvers hat sich die Sprungantwort dem Ideal stark angenähert. Die nach unten zeigende Spitze des Hochtöners konnte gedreht werden und fällt nun mit den Anstiegen der anderen Chassis perfekt zusammen, so dass sich eine saubere Sprungflanke ergibt.

Der volle Schalldruck bleibt ca. 1,5ms lang bestehen, um dann exponentiell abzufallen.

Die Überhöhungen in der Sprungantwort, die bei 4,3ms, 5,5ms und 8ms im Originalsignal auffällig waren, sind verschwunden.

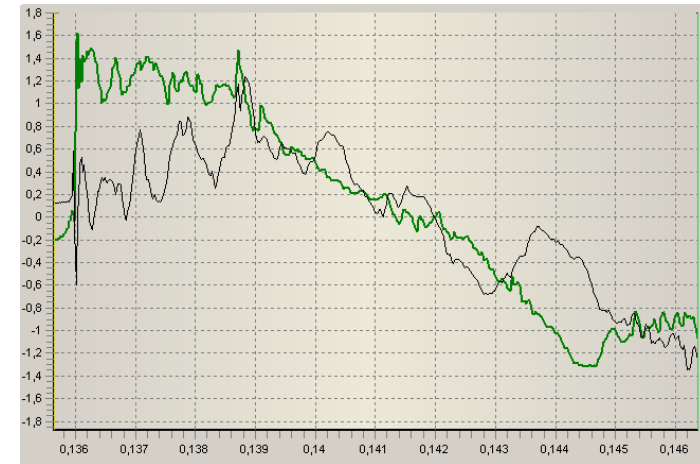


Abbildung 9: Grün = Rechter Kanal mit Optimizer, schwarz= Rechter Kanal Original



Abbildung 10: Rot = Linker Kanal mit Optimizer, Grün = Rechter Kanal mit Optimizer

Es sind leichte Unterschiede in der Sprungantwort zwischen dem linken und dem rechten Kanal erkennbar, die aufgrund der Reflexionen im Raum entstehen.

Diese Differenzen können nur durch die raumakustische Maßnahmen abgeschwächt werden.

Zusammenfassung

In einem ungedämpften Hörraum wurde ausgehend, von einem mit RoomPerfect eingemessenen System, ein Optimizer für den AudioVolver errechnet.

Es konnte gezeigt werden, dass es mit ihm trotz der ungünstigen geometrischen Voraussetzungen der verwendeten Lautsprecher und des akustisch unbehandelten Raums möglich ist, einen ausgeglichenen Frequenzgang und eine nahezu ideale Sprungantwort am Hörplatz zu erreichen.

Der gemessene IACC-Wert konnte von 0,497 auf 0,615 deutlich gesteigert werden, wodurch das System weit räumlicher und auf den Punkt spielt.

Das Basshorn konnte nahtlos ins Musikgeschehen integriert werden. Der durch die steile Frequenzweiche verursachte Zeitversatz wird durch den AudioVolver problemlos ausgeglichen.

Subjektiver Höreindruck des Interessenten

Im Wesentlichen lässt sich die Veränderung so beschreiben: Bei Solo-Interpreten oder Instrumenten, die mittig kommen sollen, ist es so, als ob mitten im Basshorn eine kleine Öffnung wäre, aus der die Stimme oder das Instrument herausstrahlt. Das ist unglaublich fokussiert, und bei entsprechend guten Aufnahmen ist es so, als ob man direkt in den Trichter eines Saxophons schaut.

Der Bass dröhnt weniger und reicht wirklich bis fast in den Sub-Bass-Bereich hinab. So habe ich meine Anlage noch nie gehört. Und ich muss mich erst noch daran gewöhnen, denn so fast schon brutal offen, gestrafft und gestaffelt hat Musik nun eine Präsenz, die schon unheimlich ist.

Manchmal wird mir die Holographie einfach zu viel, dann schalte ich den Videomodus ein, und dann kann ich mich wieder erholen. Oder auch bei alten Aufnahmen aus den frühen 70er: die sind fast grausig, wenn man da im Auge des Taifuns sitzen muss.

Mein bisheriges Raumkorrektursystem RoomPerfect von Lyngdorf kann da leider nicht mithalten, weder tonal noch hinsichtlich der räumlichen Abbildung. Der digitale Verstärker mit programmierbaren Delays und Frequenzweichen harmonisiert hervorragend mit dem digitalen Ausgang des AudioVolvers, doch für RoomPerfect gilt: Das Bessere ist des Guten Feind....