

SAE ABSCHLUSSARBEIT



**PRAKTISCHE TESTS VON
VERSCHIEDENEN MONITOREN**

Erstellt von Mario Stoll, Mai 2003

Audio Engineer Course AED 10/02, SAE Institute Zürich

Inhalt

I. Voraussetzungen

1. Einleitung
2. Kriterien für die Monitorwahl
3. Aufbau des Vergleichs der Monitore
4. Auswahl der Monitore

II. Test der einzelnen Monitore

1. Martin Audio LE 400C
2. Kling & Freitag CA 1515- 6
3. d&b Audiotechnik MAX 12
4. EV FM1502 ER

III. Vergleiche der Monitore

1. Vergleich der technischen Daten
2. Vergleich der Messdaten
3. Unterschiede betreffend Konstruktion und Handling

IV. Ergebnisse des Vergleiches

1. Beurteilung nach den gestellten Kriterien
2. Zusammenfassung der Testresultate
3. Empfehlung

V. Anhang und Impressum

I. Voraussetzungen

1. Einleitung

Die Firma VXCO aus dem solothurnischen Kriegstetten ist im Bereich der professionellen Licht-, Show- und Beschallungstechnik tätig. Die Aufträge sind sehr unterschiedlich: Es wird Audio-, Licht- und Videotechnik für Messen und Konferenzen installiert, die Firma beleuchtet und beschallt kleine bis mittelgrosse Konzerte in verschiedenen Locations. Sie sorgt für das perfekte showtechnische Ambiente bei Modeschauen und ist für spektakuläre Licht- und Tonverhältnisse an diversen kleinen bis grossen Partys verantwortlich, um nur die wichtigsten Bereiche zu erwähnen. Ausserdem werden viele Festinstallationen in der Region Solothurn erstellt und gewartet. Die Firma VXCO entwickelte auch eine eigene Lichtsteuerung namens DMXcreator. Acht Vollzeitbeschäftigte, vor allem Licht- und Tontechniker und einige Freelancer finden hier eine interessante Arbeit.

Auf Grund von steigenden Anfragen sollen neue Bühnenmonitore angeschafft werden. Allerdings müssen sie auch für andere Anwendungen, z.Bsp. als Hauptbeschallung für kleine Dinnerpartys, verwendet werden können. Die vorliegende Arbeit soll all diese Kriterien aufnehmen und die getesteten Monitore kritisch unter die Lupe nehmen. Ziel ist es, anhand von praktischen Versuchen und Studieren der Prospekte den Typ zu finden, der für die gestellten Anforderungen am besten passt.

2. Kriterien für die Monitorwahl

Die Monitore sollen bei verschiedenen Beschallungsaufgaben eine gute Figur machen. Einerseits werden sie für das klassische Monitoring auf kleinen bis mittelgrossen Bühnen verwendet. Für die Jazzsängerin im gediegenen Konzertlokal und für den Punkrocker am Openair müssen sie geeignet sein. Das heisst, sie müssen auf der einen Seite einen sauberen Klang haben und ein definiertes Abstrahlverhalten aufweisen, aber auch laut sein können. Andererseits werden sie als eigenes System für Beschallungen von kleinen Konzerten, Partys oder bei Messen und Konferenzen eingesetzt. Es sollte möglich sein, mehrere Boxen seriell zu betreiben. Eine weitere Verwendung ist, die Box in ein System einzubinden: Als Nearfills bei einem Dynacord „XA“ oder als Hoch- und Mitteltöner in Verbindung mit einem Subwoofer. Diese Universalität ist wichtig, weil die Monitore auch für diese Verwendungen betrieben werden sollen. Sie werden dabei von den bereits vorhanden Endstufen der Dynacord „S“- Serie und EV „P“- Serie angetrieben. Die eventuell zusätzlich erhältlichen, spezifischen Endstufen werden im Moment nicht dazugekauft.

Ein weiterer wichtiger Punkt stellen die Aufstell- und Montage-möglichkeiten dar. Der Monitor sollte als solcher verschiedene Aufstellwinkel haben, damit auf der Bühne optimal gearbeitet werden kann. Dazu müssen verschiedene Fugvorrichtungen vorhanden sein, um sie auch

einmal an ein Lichttrass zu hängen. Ein Flansch für ein Boxenstativ darf auch nicht fehlen.

Im weiteren muss das Handling stimmen, er sollte gut zu transportieren und nicht allzu schwer sein.

Schliesslich sollte der Preis pro Stück zwischen 3000 und 3500 Franken Brutto sein.

Wichtige Kriterien

- universelle Verwendung
- guter und linearer Frequenzgang
- definiertes Abstrahlverhalten
- hoher Schalldruckpegel möglich
- mit den bereits vorhanden Endstufen zu betreiben
- Speakonanschlüsse
- verschiedene Aufstellwinkel
- fliegende Montage möglich
- Flansch für Boxenstativ

3. Aufbau des Vergleiches der Monitore

Um die Boxen nach den vorhanden Kriterien zu beurteilen sind zwei verschiedene Vergleiche nötig:

-Die theoretischen Unterschiede: Abgeleitet aus dem Prospektmaterial und den Dokumentationen mit absoluten Messdaten.

-Der praktische Versuch mit den relativen Ergebnissen.

Theoretischer Vergleich

Aufbauend auf die vorhandenen Informationen werden Kenndaten wie Impedanz oder Gewicht verglichen. Aber auch der Frequenzgang der Freifeldmessung soll beachtet werden. Die absoluten Daten der Lautsprecher sind in den Prospekten einsehbar.

Praktischer Versuchsbeschrieb

Der praktische Versuch gestaltet sich so, dass die Messungen nicht in einem Labor durchgeführt werden, sondern in realistischen akustischen Bedingungen. Es wird das Verhalten der Boxen unter Livebedingungen gemessen. Das heisst, in diesem Fall wird der Versuch im Bierhübeli in Bern durchgeführt. Das Bierhübeli ist ein altes Konzertlokal mit Galerie. Der Saal bietet Platz für etwa 900 Personen. Er hat eine Bühne in der Grösse von ca. 8x8 Meter. Die Monitore werden meistens in ähnlichen akustischen Umgebungen gebraucht, deshalb ist der Saal sehr gut für die Messungen geeignet. Am Rand der Bühne wird das Front PA System Dynaccord XA installiert. In der Mitte kommt der Testling zu stehen, so werden die akustischen Gegebenheiten eines Konzertes am Standort eines Sängers

nachgebildet. Dabei wird der Frequenzgang an verschiedenen Stellen mittels Winmls gemessen.

Winmls

Gemessen wird mit der Audiomesssoftware Winmls. Winmls ist PC-Soundkarten basierend und kann auf jedem Windows-Rechner installiert werden. Die Software misst mit der MLS- Messtechnik, das heisst von der Software wird ein Testsignal ähnlich dem weissen Rauschen generiert. Dieses Signal wird zum Beispiel über die zu testende Box abgespielt. Anschliessend wird das akustische Ereignis mit einem Kugelmikrofon aufgenommen und wieder der Software zugespielt. Nach der gleichen Art können auch Raummessungen erstellt werden, dazu sind dann jedoch spezielle rundabstrahlende Lautsprecher nötig. Prinzipiell vergleicht das Programm nun das ausgegebene Signal mit dem Signal vom Messmikrofon. MLS- Messprogramme erhalten durch diese Art der Messung sehr viele Messdaten. Wie diese Daten nun dargestellt werden, geschieht im „Post-processing“. In Winmls sind verschiedene Postprozesse möglich. Es kann beispielsweise der Frequenzgang oder auch Impulsantworten und Wasserfalldiagramme angezeigt werden.

MLS- Messsystem

MLS ist ein Impulsantwortmesssystem. Im Prinzip wird ein definierter Impuls über die Lautsprecher gegeben und anschliessend die akustische Antwort gemessen. Das ideale Messsignal wäre ein weisses Rauschen mit zufälliger Verteilung. Der Nachteil am weissen Rauschen ist aber diese Zufälligkeit: Es braucht immer zwei Eingangskanäle um daraus einen Wert zu ermitteln. Das MLS Messsystem verwendet hingegen eine binäre Folge, die dem weissen Rauschen ähnlich, dabei aber nicht zufällig ist. MLS ist voraussehbar und wiederholt sich unendlich. Weil das Signal voraussehbar ist, benötigt man nur ein Eingangskanal. Somit ergeben sich folgende Vorteile für eine MLS- Messung:

- Da nur ein Ausgang und ein Eingang des Rechners nötig ist, können mit fast allen handelsüblichen PCs Messungen erstellt werden.
- Eine Messung geht sehr schnell.
- Sehr hohe Sicherheit gegenüber Störsignalen.

Versuchsaufbau

Für den Versuch führt ein Signalweg vom PC in die Box, der andere vom Messmikrofon zum PC zurück. In der Praxis sieht das folgendermassen aus: Von der Soundkarte über einen Kanalzug ins Mischpult, von dort einerseits über vier Subgruppen an die Monitoramps, andererseits über die Summe an die XA- Amps. Angetrieben wird das XA mit der dazugehörigen Systemendstufe. Alle Monitore hingegen durch EV P3000 Endstufen. Der Rückweg sieht so aus, dass das Signal vom Kugelmikrofon über ein Kanal durch ein Auxweg wieder in den PC führt. So entsteht der nötige Signalflusskreis.

Es werden folgende Geräte verwendet:

PC mit der Software Winmls
die Onboardsoundkarte
Behringer Messmikrofon mit Kugelcharakteristik
Allen&Health Wizzard 14/4/2 Mischpult
EV P 3000 Endstufe
Dynacord XA- System

Die Anordnung auf der Bühne sieht folgendermassen aus:

Das PA- System XA ist seitlich an den Rand gestellt. Ein einzelner Monitor ist in der Mitte der Bühne. Die Monitorrückkante und die XA Vorderkante haben etwa den gleichen Abstand zum Bühnenrand. Die Monitorposition wird nicht mehr verändert. Mit dieser Aufstellung in einem Konzertlokal wird die akustische Situation eines Frontsängers simuliert. Ein Publikum im Saal verändert die akustischen Gegebenheiten, konnte für diesen Versuch jedoch nicht herbeigezogen werden! Hinten auf der Bühne steht ein DJ- Pult der Grösse eines Schlagzeuges, womit simultan eine durchschnittliche Rockband auf der Bühne steht.

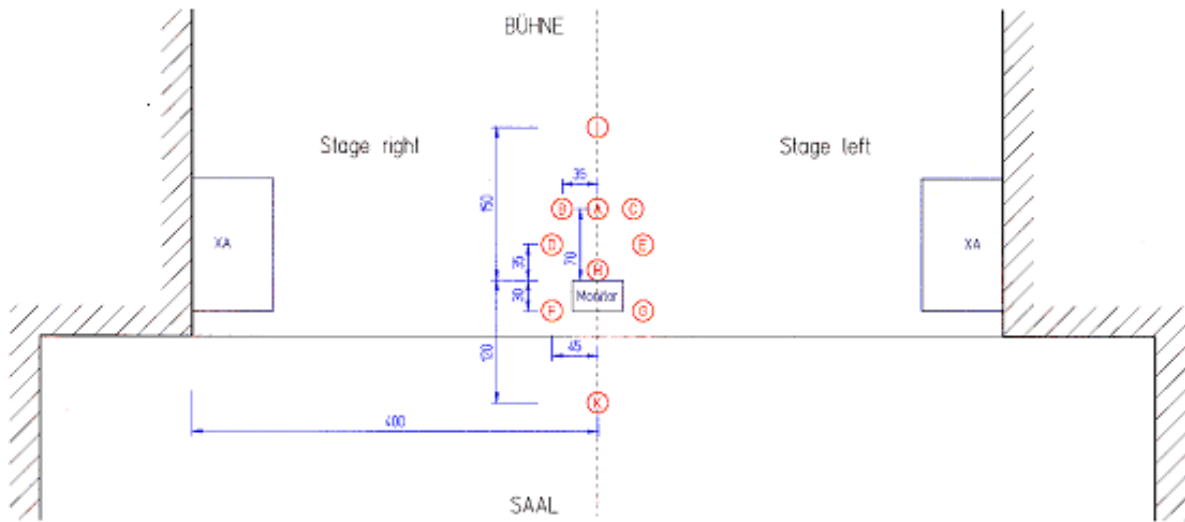
Messungen

Die Messungen werden an zehn verschiedenen Punkten auf und vor der Bühne um den Monitor herum durchgeführt. Auf dem Plan sind sie mit den Buchstaben A- K gekennzeichnet. An diesen Punkten wird das Messsignal als erstes nur über die Monitore verstärkt. Somit wird nur der Monitor in der akustischen Umgebung betrachtet. Bei der zweiten Messreihe kommt das XA- System hinzu. Die Ergebnisse zeigen jetzt die tatsächliche Situation während eines Konzertes mit den vorhandenen Komponenten. Für alle Messungen auf der Bühne ist die Mikrofonposition in 1.60 m Höhe, das entspricht einer Durchschnittshöhe der Ohrposition.

Die Messungen der Positionen auf der einen Seite, die Buchstaben A, B, D, F, K und A, C, E, G, K auf der anderen werden zusammengefasst betrachtet. Damit können Rückschlüsse auf das frequenzmässige Abstrahlverhalten, die Direktivität, erfolgen. Die ideale Direktivität einer Box wäre, wenn innerhalb eines Abstrahlwinkels der Frequenzgang gleich linear wäre, wenn innerhalb dieses bestimmten Winkels der gleiche Höreindruck entstehen würde. In der Realität ist das jedoch nicht erreichbar, die hohen Frequenzen werden immer gerichteter sein als die tiefen. Die Lautsprecherentwickler versuchen diesem Ideal möglichst nahe zu kommen. Mit den zehn Messungen kann dieses Abstrahlverhalten grob aufgezeigt werden.

Anschliessend wird noch das Rückkopplungsverhalten der Boxen untersucht. Mit dem bekannten Setup wird Feedback erregt, indem man das Mikrofonsignal nicht nur dem Rechner zuführt, sondern auch den Monitorenendstufen. Das nötige Routing gestaltet sich mit dem Mischpult recht einfach. Die Messsoftware zeigt nun direkt den Frequenzgang des ankommenden Signals an. Hier sind dann die Spitzen bei Rückkopplung sichtbar. Ausserdem kann man die Verstärkung vor der Rückkopplung direkt aus der Faderposition auf dem Mischpult sehen. Diese Messung sagt nicht viel zu einem Monitor alleine aus, es kann das unterschiedliche Verhalten der Boxen unter sich darstellen. Deshalb wird diese Messung erst in der Zusammenstellung beigezogen.

Die Zeichnung verdeutlicht die Standorte der Messungen:



Grafikquelle 2

Die Koordinaten der Punkte beziehen sich auf die Monitorvorderkante Richtung Bühne:

- A: Mitte; 70 cm nach hinten
- B: 35 cm Stage right; 70 cm nach hinten
- C: 35 cm Stage left; 70 cm nach hinten
- D: 35 cm Stage right; 35 cm nach hinten
- E: 35 cm Stage left; 35 cm nach hinten
- F: 45 cm Stage right; 30 cm nach vorne
- G: 45 cm Stage left; 30 cm nach vorne
- H: Mitte direkt hinter dem Monitor
- I: Mitte 150 cm nach hinten
- K: Mitte 120 cm nach vorne

Die Höhe der Messpositionen beträgt 1.6 m.

4. Auswahl der Monitore

Es können nicht alle auf dem Markt erhältlichen Monitore einem ausgedehnten Test unterzogen werden. Die Auswahl soll nach den gestellten Kriterien beschränkt werden. Ausserdem werden gute Händlerbeziehungen, die sich auf den Preis niederschlagen, berücksichtigt.

In die engere Auswahl kommen:

- Martin Audio LE400C
- d&b Audiotechnik Max / Max 12
- Kling & Freitag CA1515 6/9
- KS CM 215

Der KS Monitor wurde schon vorgängig getestet.

Testlinge

Martin LE400C
d&b Audiotechnik MAX 12
Kling und Freitag CA1515
EV 1502

Der EV 1502 Monitor dient als Vergleichsgrundlage, weil er in der Firma seit Jahren verwendet wird. Er hat sich vor allem als Bühnenmonitor für grössere Konzerte bewährt.

II. Test der einzelnen Monitore

1. Martin LE 400C

Der LE 400C des englischen Herstellers Martin Audio ist ein Fullrange-System mit einem 15" ass- Treiber und einem 1" ochtöner bestückt. Die Überkreuzung findet bei 12000 Hz statt. Er verfügt über einen HF-Verdichtungstreiber, der auf einen 40 x 70 Grad Trichter montiert ist. Der Monitor kann entweder passiv oder aktiv angesteuert werden und hat zwei verschiedene Aufstellwinkel.

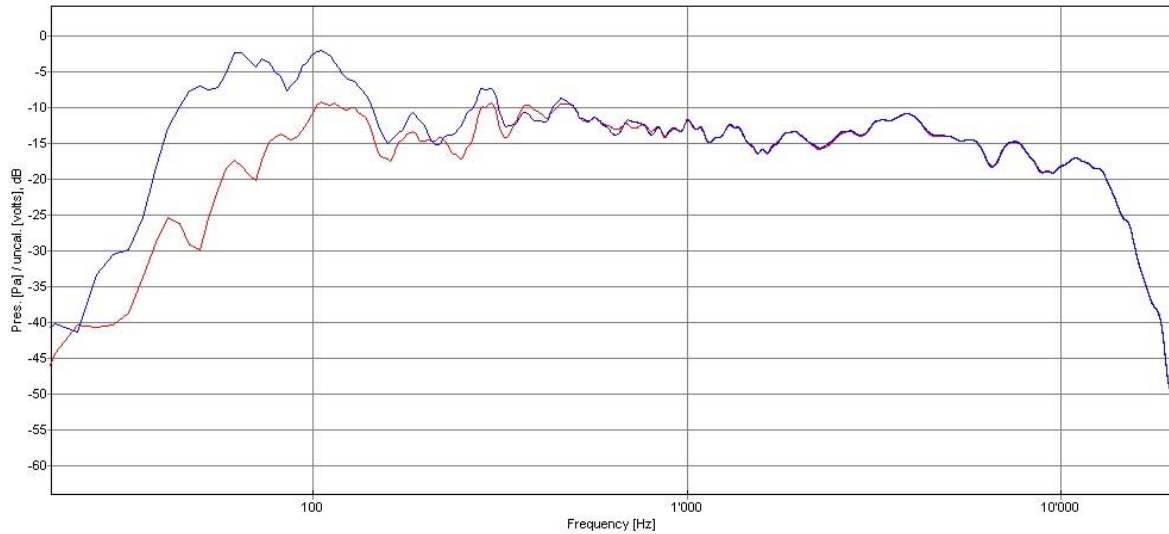
Technischen Daten

- Frequenzgang: 50 - 18 kHz +/- 3 db
- Nennbelastbarkeit: 300 W
- Max. Schalldruckpegel: 129 db (SPL peak)
- Impedanz: 8 Ohm
- Dimensionen: 660 x 470 x 554 mm
- Gewicht: 32.5 kg
- Bruttopreis: 3280 CHF



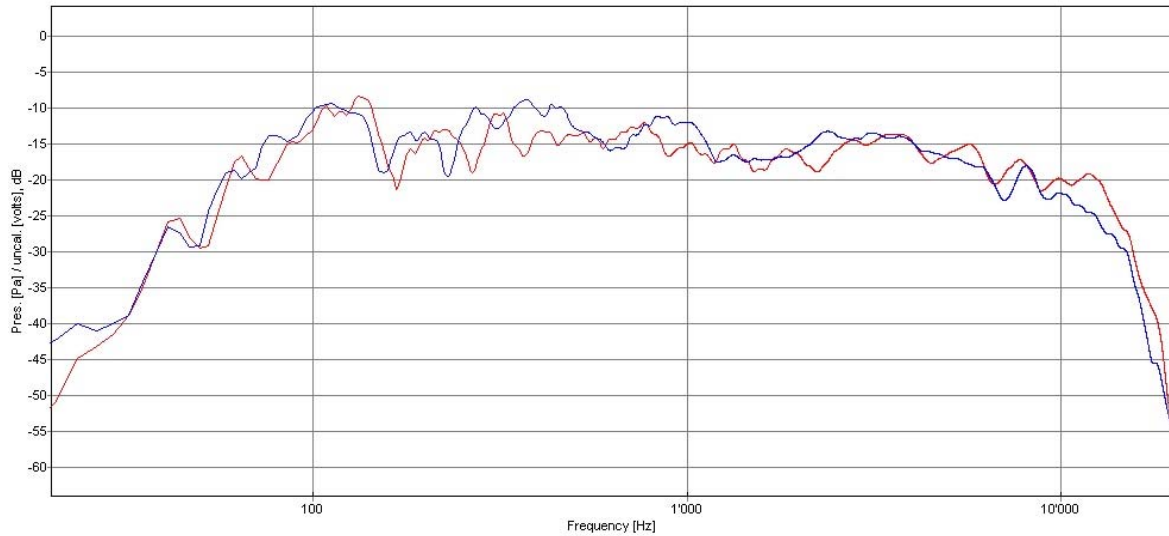
Messwerte

Die erste Messung bezieht sich auf die Position A, also direkt vor der Box durchgeführt. Die rote Kurve ist das Resultat ohne, die blaue mit XA-System.



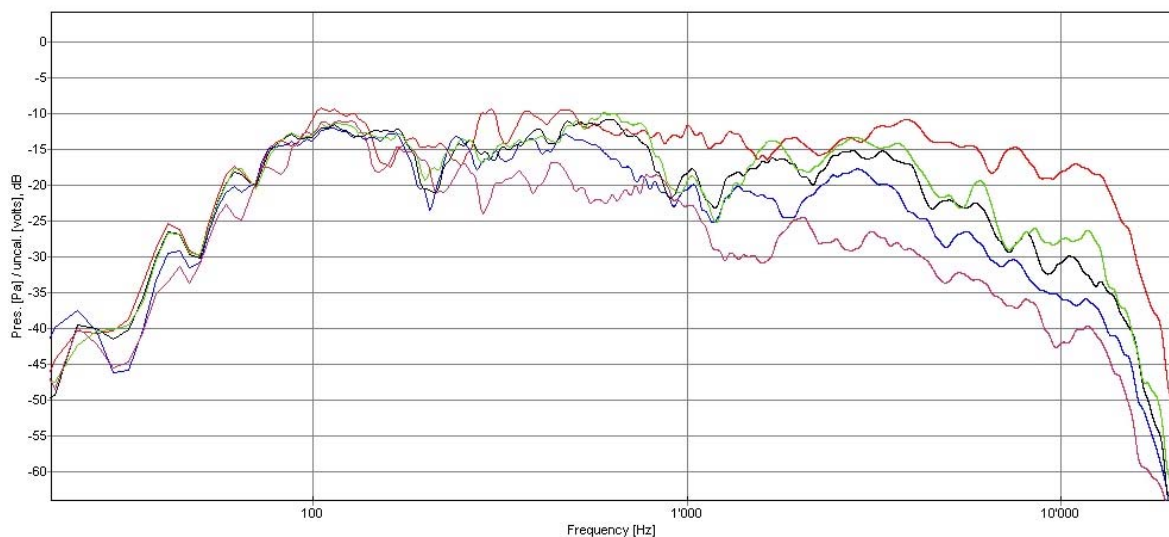
Aus der Messung wird ersichtlich, dass die Box Fullrange- tauglich ist. Der tiefen Frequenzen werden bis 60 Hz im tolerierbaren Rahmen wiedergegeben. Der LE 400 nützt durch die Bassreflexöffnungen an der Monitorvorderkante die Bodenkopplung aus, wodurch mehr Bass entsteht. Sie entfallen jedoch, wenn die Box auf ein Stativ gestellt wird. Die Resonanzstellen um 300 und 470 Hz sind auch bei anderen Messungen zu beobachten und somit raumbedingt. Weiter fällt auf, dass die Höhen allgemein schwach und die Frequenzen ab ca. 12 kHz sehr schwach wiedergegeben werden, was eine Auswirkung des 1“ Hochtontreibers ist. Das ist für das reine Monitoring nicht so schlimm, kann aber als Topteil einer kleinen PA auffallen. Die Messung mit dem XA- System zeigt die erwartete Bassanhebung ab 150 Hz abwärts auf, wobei wiederum einige Raumresonanzen erkennbar sind. Im allgemeinen funktioniert der Martin LE 400 gut mit dem Dynacord XA.

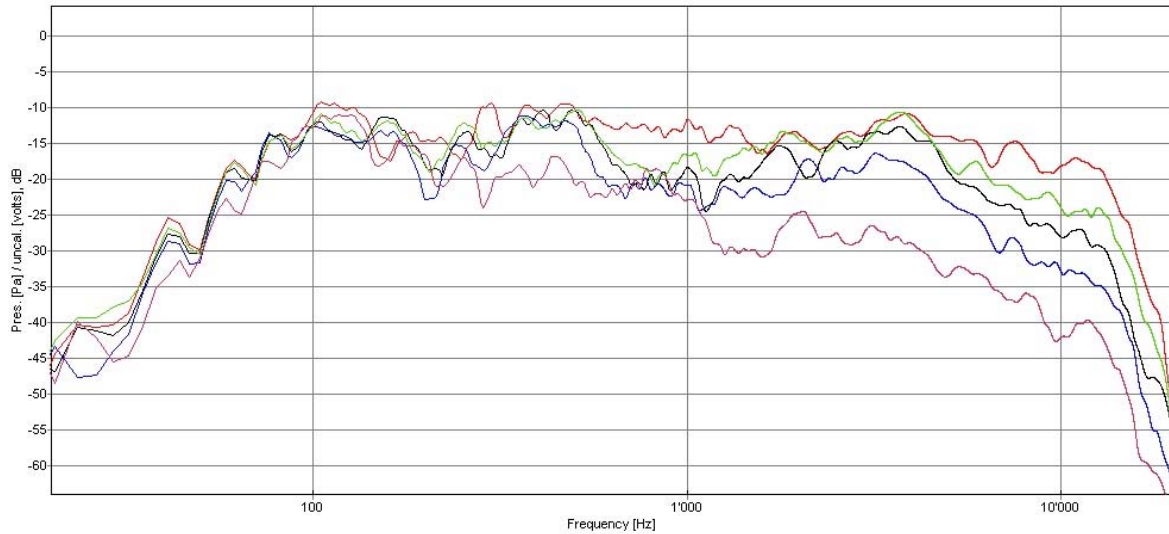
Die nächste Messung vergleicht die Frequenzgänge an den Positionen I (blau) und H (rot). Position H ist direkt vor der Box, Position I 1.5 m davon in Achse entfernt. Beide Messungen werden ohne XA durchgeführt. Die Höhe des Messmikrofons bei Position H ist auch 1.6 m. Diese Messung ist nicht mehr in Achse zum Lautsprecher.



Auf den ersten Blick erkennt man, dass auch in einiger Entfernung durchaus mit einem guten Frequenzgang gerechnet werden kann. Die ganz hohen Frequenzen werden aus Gründen der Übertragung in der Luft ein bisschen weniger übertragen, und die Raumakustik hat einen grösseren Einfluss. Ganz vor der Box, dargestellt durch die rote Kurve, ist der Frequenzgang ähnlich dem auf der Position A gemessenen. Die Frequenzen ab 2kHz sind nicht so stark vertreten, der Rückgang ist ca. 7db. Ein Grund dafür ist das frequenzabhängige Abstrahlverhalten des Hochtöners, der in diesen Winkeln diese Frequenzen nicht mehr so stark abstrahlt.

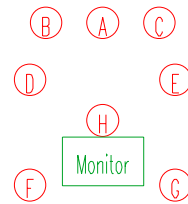
Die Grafiken zeigen die Messungen rund um die Box herum.
Zuerst die Messpunkte A (rot), B (grün), D (schwarz), F (blau) und K (rosa):
Unten die Punkte A (rot), C (grün), E (schwarz), G (blau), F (rosa):





Der Monitor steht so auf der Bühne wie der Plan rechts zeigt, und strahlt in Richtung A. Der Hochtontreiber ist links, der Tieftontreiber rechts.

Die Positionsveränderungen wirken sich wie erwartet vor allem auf die mittleren und hohen Frequenzen aus, sie werden bei 10 kHz um etwa 10 db geschwächt, wenn von der Position A auf B gewechselt wird. Weiter unten fällt das Mikverschieben nicht so stark auf, sodass man den Monitor sicher für die Positionen A- E gebrauchen kann. Auf beiden Seiten ist um 1kHz eine Absenkung erkennbar, die sich in den oberen Frequenzen des Tieftöners und in den unteren des Hochtöners abspielt. Auffällig ist, dass sich dieses Loch schon sehr stark auch bei nur einen kleinen Positionsveränderung von A nach B aufmacht. Ein Grund könnte die sich hier schneidenden zwei Wege sein, sodass sich die Überlagerungen nur in Achse schön auswirken. Grosse Unterschiede zwischen der rechten und der linken Messung sind nicht zu sehen. Ansonsten hat man an allen Positionen ausser an K einen annehmbaren Frequenzgang und auch genügend Pegel.



(K)

Grafikquelle 2

Höreindruck

Der Höreindruck bestätigt die Messungen: Die ganz hohen Frequenzen werden nicht sauber wiedergegeben, was vor allem bei A/B- Vergleichen gut feststellbar ist. Er kann sich aber gut auf einer lauten Bühne durchsetzen, was sich beim Hören der Box allein als ein wenig grell darstellt. Sonst klingt der LE 400 sehr druckvoll und dank der guten Bodenkopplung drücken die Bässe auf der Bühne.

Konstruktion

Der Keilmonitor ist auf die bekannte Art konstruiert: 15“ Treiber neben einem Hochtornhorn. Die Treiber sind in verschiedenen Tiefen im Gehäuse montiert, sodass eine Laufzeitkorrektur nötig wird. Die zwei Bassreflexöffnungen sind an der Vorderkante gegen die Bühne gerichtet.

Der Schall wird am Boden reflektiert und gelangt auf diesem Weg an die Hörposition. Die verschiedenen Basspegel an den verschiedenen Positionen sind sehr gut in den Frequenzgängen zu sehen.

Für die Wartung oder das Auswechseln der Komponenten muss das Frontgitter demontiert werden. Es ist zwischen die seitlichen Randplatten geklemmt. Diese Art der Befestigung ist positiv, wenn kein Werkzeug vorhanden ist. Zum Herausheben ist jedoch trotzdem ein Schraubenzieher nötig. Beim Wiedereinlegen stehen Schwierigkeiten an, weil das Gitter mit den Gummirändern hineingedrückt werden muss, was nicht einfach von der Hand geht. Eine Montage mit Schrauben an den Rändern wäre sicher zweckmäßiger gewesen. Der Akustikschaum ist sinnvollerweise auf die Innenseite des Gitters geklebt. Dieser Montage ist eine längere Lebensdauer beschert, als wenn der Schaum auf der Aussenseite montiert ist.

Ansonsten fällt die gute Verarbeitung sehr positiv auf. Die Box ist stabil und sicher gebaut. Das Design mit dem runden Gitter fällt auf und ergibt einen Wiedererkennungswert.

Handling

Die Box wiegt 33 kg und kann dank zwei seitlichen Griffen gut getragen werden. Ein weiterer positiver Aspekt ist das Anschlusspanel: Es befindet sich auf der Vorderseite. Die Kabel werden direkt von der Bühne aus vorne eingesteckt, womit eine schönere Kabelführung möglich ist. Direkt neben dem Panel sind auf beiden Seiten die Bassreflexöffnungen. Der LE 400 ist als Monitor konzipiert und vor allem als das zu gebrauchen, als Teil einer Beschallungsanlage ist er nur beschränkt zu empfehlen. Das äussert sich auch darin, dass keine Flugpunkte vorhanden sind.



Fazit

Der Martin LE 400 überzeugt als Bühnenmonitor, was sich in eleganten technischen Details und auch klanglich zeigt. Als Teil einer Beschallungsanlage oder als eigenes System ist er nur unter Umständen zu empfehlen.

4. Kling & Freitag CA 1515- 6

Das Fullrangesystem CA 1515- 6 des deutschen Herstellers Kling & Freitag hat ein 15“ Tiefmitteltongchassis und ein 1.5“ Hochtontreiber. Die Trennung der Frequenzweiche ist bei 1.1 kHz. Die Abstrahlcharakteristik wird mit 65 x 50 Grad angegeben, wobei die Hochtonkompensation um 90 Grad gedreht

werden kann. Dadurch ergibt sich eine Charakteristik von 50 x 65 Grad. Je nach Verwendungszweck kann so optimal eingestellt werden.

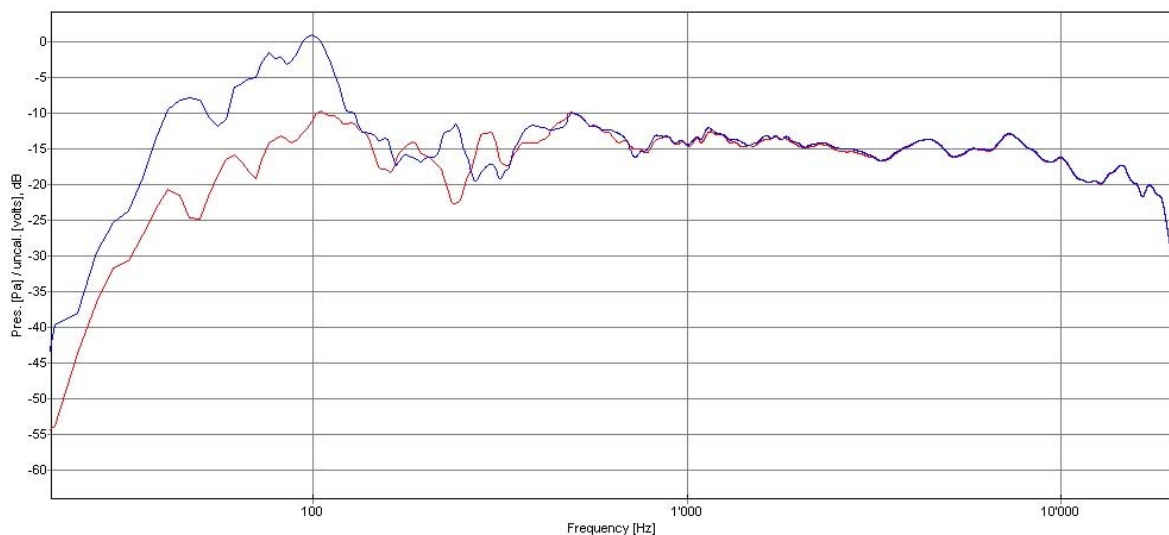
Technischen Daten

- Frequenzgang: 77 – 19 kHz +/- 3 db
- Nennbelastbarkeit: 500 Watt
- Max. Schalldruckpegel: 132 db (SPL peak)
- Impedanz: 8 Ohm
- Dimensionen: 433 x 680 x 410 mm
- Gewicht: 36.4 kg
- Bruttopreis: 3191 CHF



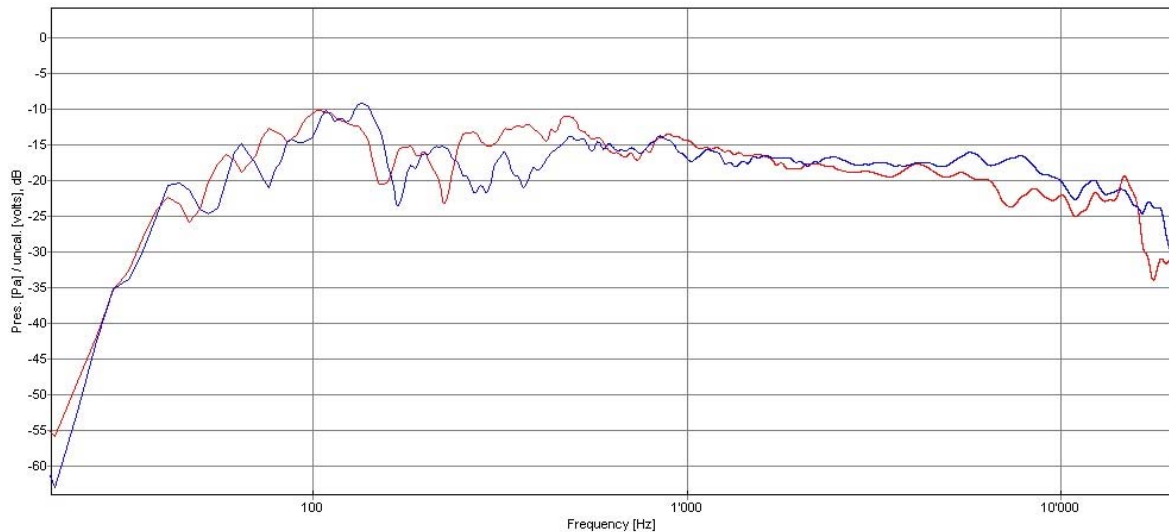
Messergebnisse

Folgendes Diagramm zeigt den Frequenzverlauf auf der Position A mit (blau) und ohne XA (rot).



Der Monitor ist frequenzmässig gesehen sicher als Fullrange- Box zu verwenden. Durch die höhere Bauart nützt der CA 1515 die Bodenkopplung im Bassbereich nicht sehr aus. Die Bässe reichen trotzdem weit hinunter, sodass man ihn also gut auf ein Stativ stellen und ein bisschen Druck erwarten kann. Weiter oben bei ca.300 und 470 Hz treten Raumresonanzen auf, trotzdem sind keine grossen Auswüchse feststellbar. Der Frequenzgang von 800 Hz bis 10 kHz ist sehr linear und weist erfreulicherweise keine grossen Auswüchse auf. Bei den höchsten Frequenzen sinkt der Pegel um 5 db, fällt aber erst um 17 kHz ab. Wenn das XA dazugemessen wird, gibt es deutlich mehr Bass und eine Pegelspitze bei 100 Hz.

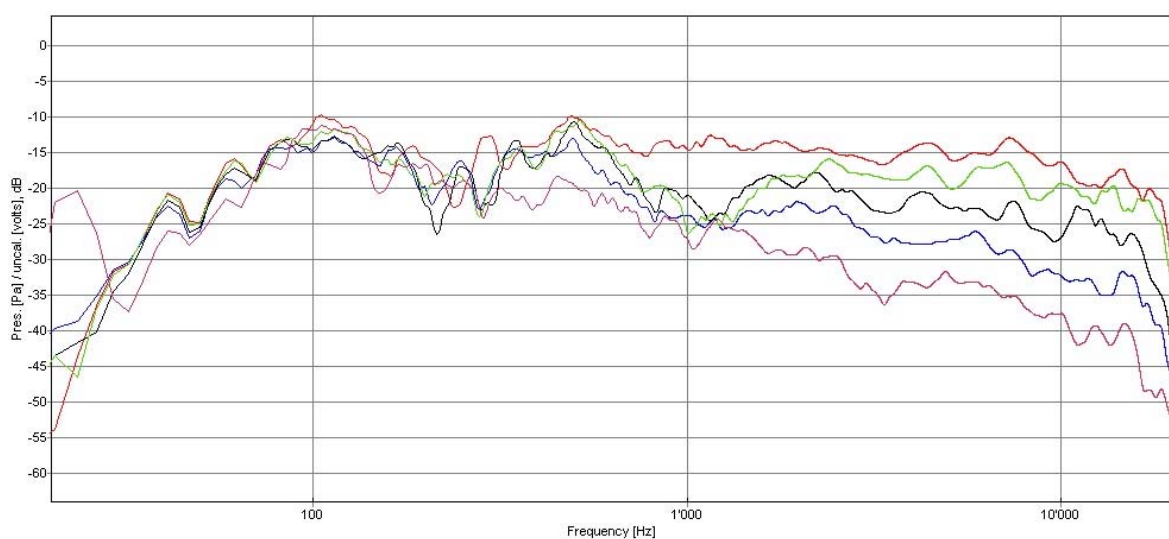
Die nächsten zwei Messungen werden an den Positionen H (rot) und I (blau) ohne XA durchgeführt:

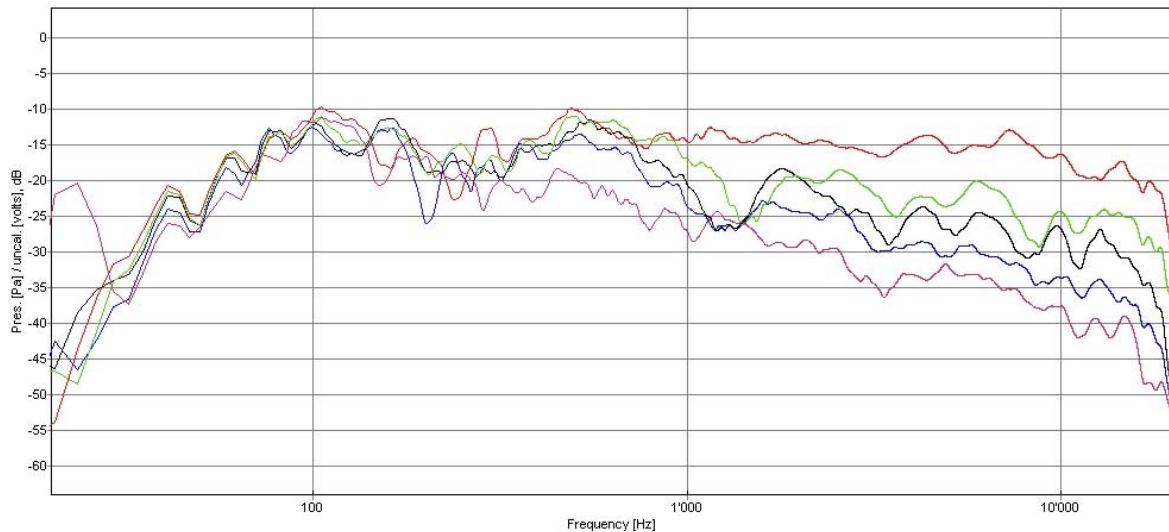


Die Ergebnisse zeigen, dass die Box auf mittlere, wie auch auf kurze Distanzen einen linearen Frequenzgang aufweist. Von 1kHz bis etwa 9kHz ist eine generelle, leichte Absenkung um ca. 2- 5 db bemerkbar, welche durch das Abstrahlverhalten bei naher, und durch abnehmende Übertragung in der Luft bei weiter entfernten Positionen hervorgerufen wird. Die Interferenzen und Reflektionen im unteren Mittenband sind raumbedingt, jedoch nicht als gravierend einzustufen. Bei den ganz hohen Frequenzen um 15 kHz ist zu erkennen, dass der Hornlautsprecher solche Frequenzen stärker bündelt. Weiterweg (Pos. I) sind sie besser vertreten als direkt über der Box (Pos. H).

Die Messpunkte:

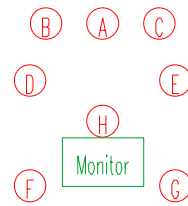
Zuerst die Messpunkte A (rot), B (grün), D (schwarz), F (blau) und K (rosa):
 Unten die Punkte A (rot), C (grün), E (schwarz), G (blau), F (rosa):





Der Monitor wird entsprechend der rechten Grafik aufgestellt, sodass der Hochtöner links und der Tief- und Mitteltöner rechts zu stehen kommen.

Als erstes fällt auf beiden Seiten die Abschwächung der Mitten um 1,2 kHz auf. Diese Stelle wird um ca. 10db weniger laut wiedergegeben. Grund dafür ist, dass sich bei 1,1 kHz die Arbeitsbereiche der beiden Treiber schneiden und je nach Winkel sich die beiden Frequenzbänder nicht wie auf Achse überlagern. Dieser Einschnitt ist frequenzmässig nicht sehr breit, deshalb kann nicht vor einer beeinträchtigenden Klangverfärbung in diesem Bereich gesprochen werden. Unterhalb von 800 Hz treten wieder Raumreflexionen und Auslöschungen auf, die bei allen Messpositionen ähnlich sind. Von der kleinen Schwachstelle beim Mittenband um 1,2 kHz aufwärts geht es messtechnisch gleichmässig zu und her: Alle Frequenzen werden ähnlich stark gedämpft. Auf der linken Seite, dort wo der Hochtöner sitzt, werden die hohen Frequenzen bei den Positionen B und D ein wenig besser wiedergegeben als auf der anderen Seite. Bei der Position F kommt dieser Effekt nicht mehr zum Tragen, beide Seiten sind ähnlich. Im allgemeinen kann der CA 1515 auch gut für breite Abstrahlwinkel gebraucht werden, da auch die hohen Frequenzen genügend wiedergegeben werden.



K

Grafikquelle 2

Höreindruck

Der Kling & Freitag CA 1515 klingt druckvoll und transparent. Die Bässe tönen warm und angenehm, die unteren Mitten sind in diesem Raum ein bisschen untervertreten. Die Höhen sind sehr direkt. Die Box klingt sehr gut und kann als eigenes System für kleine Beschallungsaufgaben verwendet werden.

Konstruktion

Der Monitor ist ähnlich aufgebaut wie der Martin, 15“ neben einem 1.5“ Hochtonhorn. Der Hochtöner kann um 90 Grad gedreht werden, womit sich

eine andere Abstrahlcharakteristik ergibt. Unterhalb des Horns befindet sich die Bassreflexöffnung. Eine einfache Konstruktion, die aber funktioniert. Das Frontgitter ist praktischerweise zwischen den Rahmen geschraubt. Vier Schrauben halten das Gitter fest. Die ganze Verarbeitung macht einen soliden Eindruck und das Design spricht auch an.

Handling

Die 36 kg schwere Box hat seitlich in der Mitte sogenannte Sterngriffe. Solche Sterngriffe sind gedacht, um die Box von allen Seiten zu heben. In der Praxis sind solche Griffe den Herkömmlichen nicht zu bevorzugen. Der Grund liegt in der Sicherheit und im Komfort während die Box getragen wird. Bei einfachen Griffen ist die Gefahr vom Verrutschen viel geringer, weil mit der ganzen Hand gegriffen werden kann. Bei den Sterngriffen kommen nur die Finger zum Einsatz, wodurch weniger Stabilität erreicht wird.

Positiv zu vermerken sind die fünf Ancre Jungfalk Flugpunkte, je zwei oben und unten, einer an der Hinterseite. Das Prinzip ist sehr einfach und sicher. Einmal eingeklinkt halten sie bei allen Positionen. So kann die Box auf viel verschiedene Arten sicher geflogen werden. Unten hat es sinnvollerweise auch ein Flansch, um den Monitor auch auf ein Stativ zu stellen. Zusammenfassend ist zu sagen, dass sich der CA 1515 klanglich und technisch sehr gut für verschiedene Beschallungsarten eignet.



Fazit

Der CA 1515- 6 aus dem Hause Kling & Freitag besticht durch seine technische und klangliche Allroundfähigkeit. Die Box klingt sauber und hat eine breite Abstrahlcharakteristik. Er kann verschiedenwinklig aufgestellt werden und durch die Flugpunkte auch aufgehängt werden.

5. d&b Audiotechnik Max 12

Für diesen Test ist der Max 12 verfügbar, alternativ ist auch der Max mit einem 15“ Basstreiber erhältlich. Der Max 12 ist ein passiv getrennter 2 Weg Monitor, der jedoch auch aktiv angesteuert werden kann. Dazu ist das Controllermodul P1200A nötig. Die Treiber, ein 2“ Höchtöner und ein 15“ Tieftöner, sind koaxial angeordnet, wodurch sich eine ideale punktförmige Schallquelle ergibt. Der Abstrahlwinkel wird mit 80 Grad radial angegeben.

Die Box ist so gebaut, dass sie die zwei verschiedene Aufstellwinkel 35 oder 67 Grad hat.

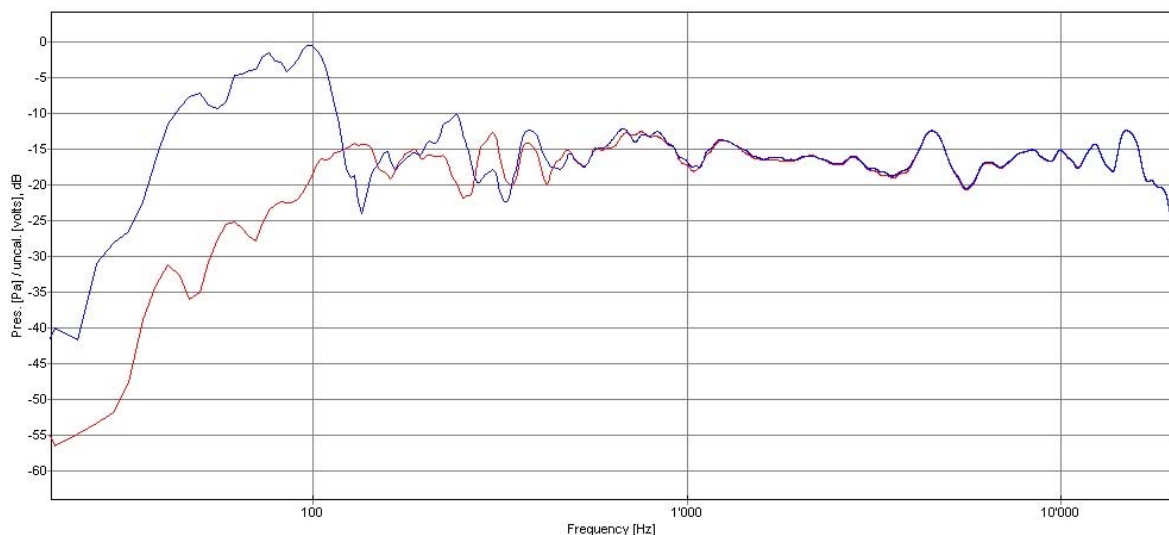
Technischen Daten

- Frequenzgang: 100 Hz –18 kHz 0...-5 db
- Nennbelastbarkeit: 250 Watt
- Max. Schalldruckpegel: 130 db (SPL peak)
- Impedanz: 8 Ohm
- Dimensionen: 425 x 458 x 324 mm
- Gewicht: 22 kg
- Bruttopreis: 3222 CHF



Messergebnisse

Als erstes wieder von der Position A aus gemessen, rot allein, blau mit XA, gibt folgendes Bild:

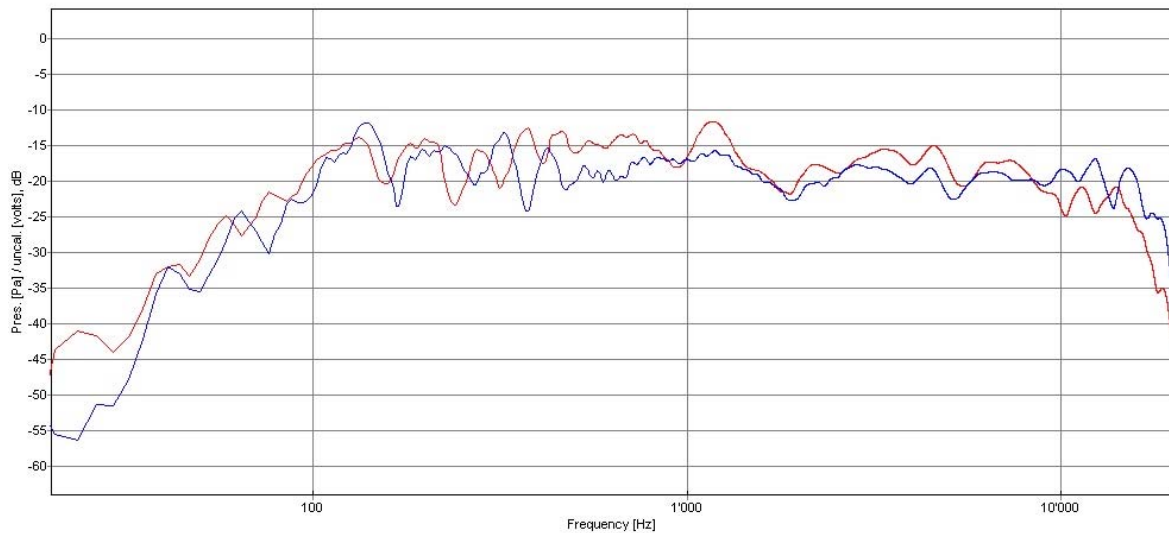


Der Max 12 hat einen sauberen Frequenzgang und strahlt auch die obersten Frequenzen gut ab. Zwischen 4 kHz und 5 kHz tritt eine Unsauberkeit auf, dessen Grund die koaxiale Anordnung der Lautsprecher sein kann. Koaxiale Bauweisen haben den Vorteil, dass sie eine ideale Punktschallquelle bilden, aber es entstehen durch die Laufzeitunterschiede der Schallwellen von den beiden Lautsprechern Auslöschungen und Überlagerungen. Der Tief- und Mitteltöner ist gleichzeitig Membran und Schalltrichter für die Hochtonkalotte. Die Position des Schalltrichters ändert sich ständig, deshalb ist auch die Richtwirkung des Schalls der Kalotte vom Tief- und Mitteltontreiber frequenzabhängig.

Im unteren Mittenband wirken sich der Raum auf den Frequenzgang aus, wobei keine starken Veränderungen sichtbar sind. Der Bassbereich ist erwartungsgemäss untervertreten, die Absenkung beginnt bereits bei 100 Hz und verläuft recht steil.

Wenn das XA- System dazugeschaltet wird, erfährt der Bass eine Verstärkung von ca. 15 db bei 100 Hz. Ansonsten spielen die Systeme gut zusammen.

Die untenstehenden zwei Messungen werden von den Positionen H (rot) und I (blau) durchgeführt. Beide Messungen entstehen ohne das XA- System:

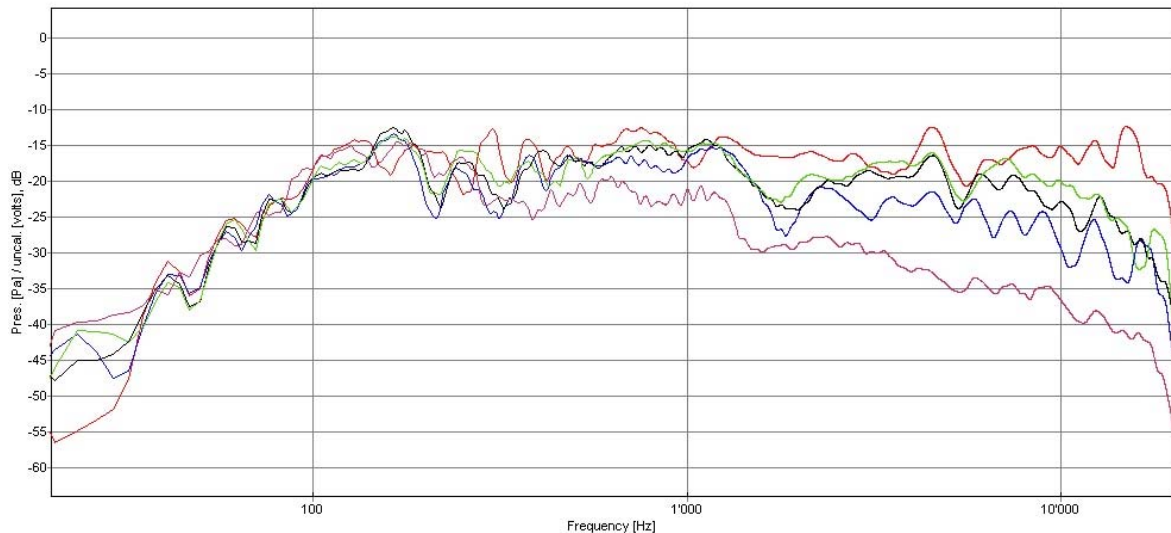
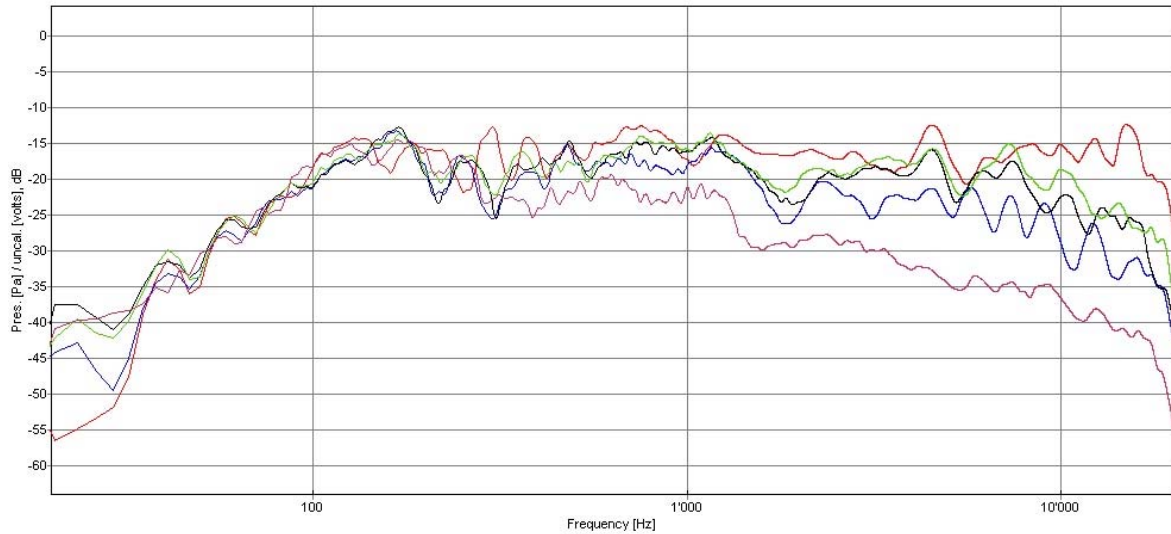


Als Erstes wird deutlich, dass die Box auf kurze, sowie auch auf mittlere Distanzen einen ansprechenden Frequenzgang aufweist. Deutlich ist wieder die Richtwirkung der ganz hohen Frequenzen : Ganz vorne über der Box werden sie weniger stark aufgenommen, wobei sie in 1.5 m Entfernung noch besser vorhanden sind. Die verschiedenen Raumresonanzen werden zwischen 100 Hz und 1 kHz deutlich.

Die nächsten zwei Grafiken sind an folgenden Punkten erfolgt:

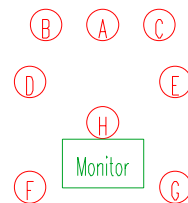
Oben die Messpunkte A (rot), B (grün), D (schwarz), F (blau) und K (rosa):

Unten die Punkte A (rot), C (grün), E (schwarz), G (blau), F (rosa):



Die Messungen auf beiden Seiten sind sehr ähnlich, was der Effekt der Koaxialanordnung der Lautsprecher hervorruft. Beim d&b MAX 12 spielt es keine Rolle, auf welcher Seite des Lautsprechers sich die Hörposition befindet, es tönt gleich. Es treten nur sehr minime Unterschiede auf, beispielsweise hat es bei Pos. B einen kleinen Peak bei ca. 7 kHz. Solche kleine Differenzen entstehen durch die räumlichen Einflüsse und sind zu vernachlässigen.

Positiv fällt auf, dass die Pegel auf den Positionen B,C und D,E nicht sehr viel unter dem von Position A liegen. Das spricht für gute Abstrahlcharakteristik innerhalb dieses Winkels. Lediglich die ganz hohen Frequenzen und die Mitten um 1.5 kHz werden gedämpft. Gründe dafür sind



Grafikquelle 2

andere Überlagerungen der beiden Treiber und bei den Höhen um 10 kHz wiederum die stärkere Richtwirkung der oberen Frequenzen.

Bei den Positionen F und G ist ein noch recht hoher Pegel über ein ausgedehntes Frequenzband zu beobachten, was auf einen grossen Winkel der Abstrahlcharakteristik hinweist. Allerdings treten bei diesen Winkeln im Mitten- und Hochtonband doch schon einige Differenzen auf.

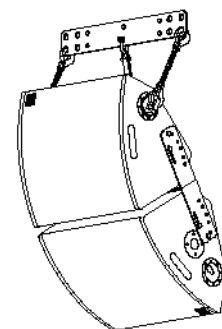
Höreindruck

Der d&b MAX 12 überzeugt durch einen sehr klaren Klang, der sich bis in die obersten Höhen ausdehnt. Das Mittenband tönt direkt, womit die für das Monitoring wichtige Sprachverständlichkeit erreicht wird. Die Stäken der Box liegen in der Sprachbeschallung auf und vor der Bühne. Das untere Bassband wird durch den 12“ Treiber nicht überzeugend wiedergegeben. Bei Anwendungen, bei dem der Max das Hauptbeschallungselement ist, wird bei zunehmender Grösse eher ein zusätzlicher Subwoofer nötig als bei anderen Systemen.

Konstruktion

Bei dem System ist der Hochtöner koaxial mit dem Mittel- und Tieftöner eingebaut und bilden eine mechanische Einheit. Die Magnetsysteme sind untereinander getrennt, sodass sich keine Störungen ergeben. Links unten findet man die Bassreflexöffnung. Auf dem Gitter ist der Akustikschaum an den Rändern angeklebt, was praktisch für die Auswechslung des Schaums ist. Die Langlebigkeit darf jedoch bestritten werden.

Die Griffe sind konstruktionstechnisch gesehen ein Schwachpunkt der Box. Es sind einfache Schlitz an den Seitenplatten zwischen der Membran und dem Schutzgitter. Mit der Hand in den Griffen kann mit den Fingern die Sicke nicht nur berührt, sondern auch beschädigt werden. Die Griffe sind gegenüber der Box nicht abgeschlossen. Die Box kann optional mit einem Flansch zur Montage auf ein Stativ und mit diversen Befestigungsmöglichkeiten versehen werden. Dazu gehören je zwei M10 Gewindeinsätze und ein Adapter für die Fluggeschirrbefestigung pro Seite.



Grafikquelle 1

Fazit

Der MAX 12 ist für das Monitoring und für kleine Beschallungen ohne grosse Ansprüche im Bassbereich sehr gut geeignet. Der 15“ bestückte, grössere Max hat laut Prospekt Daten etwa 3- 5 db mehr Subbass. Auf Grund der Gehäuseform, welche optisch aber sehr ansprechend ist, kann nicht mehr

Bass herausgeholt werden. Bei den höheren Frequenzen überzeugt der MAX 12 jedoch durch einen sauberen und natürlichen Klang. Das optional erhältliche, vielseitige Montage- Zubehör ist ein sehr gewichtiger Vorteil dieses Systems. Nachteilig wirkt sich die schlechte Ausführung der Griffe aus.

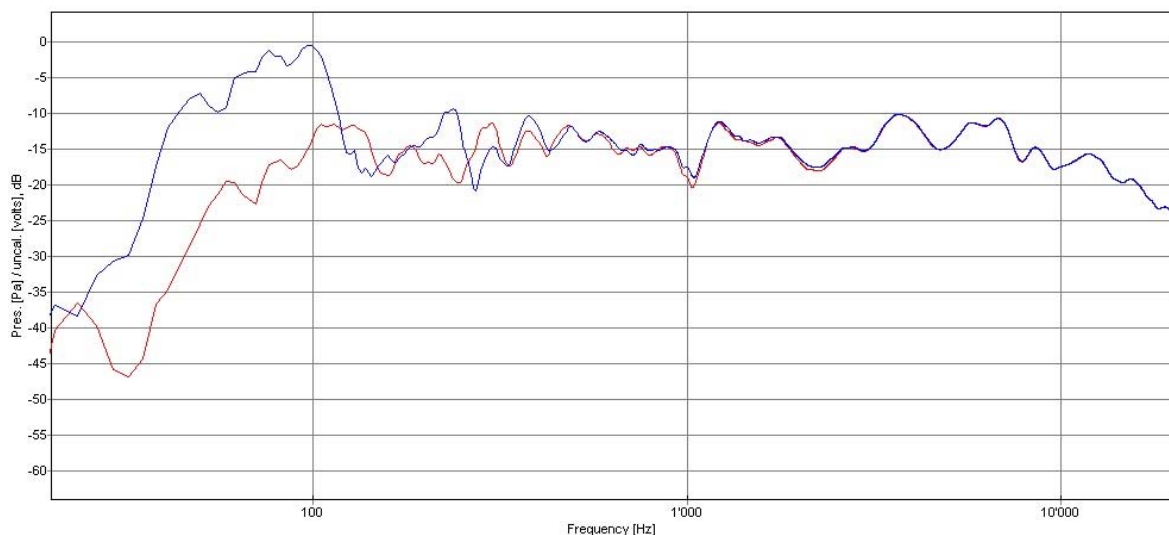
6. EV M 1502 ER

Der Electrovoice M 1502 ER Monitor dient als Vergleichsgrundlage in diesem Test. Er ist seit Jahren erfolgreich in Betrieb und wird vor allem für das Monitoring auf grossen Bühnen, selten auch für kleine Beschallungsaufgaben verwendet. Bestückt ist er mit einem 15“ Tief- und Mitteltöner und einem 2“ Hochtonhorn. Die Lautsprecher sind übereinander angeordnet, was sich vor allem auf das Abstrahlverhalten seitlich der Box auswirkt.



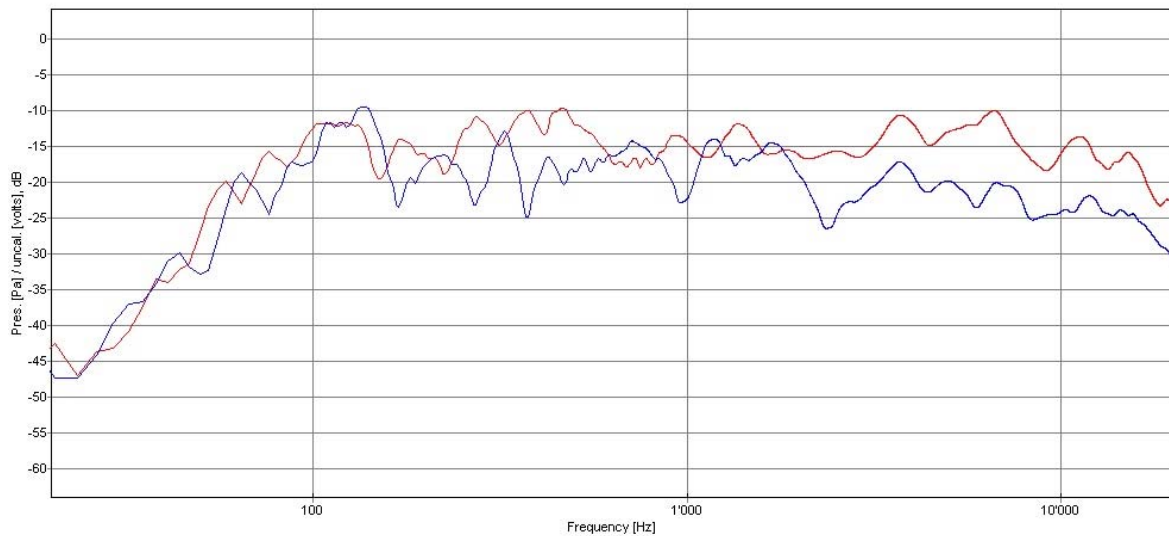
Messergebnisse

Die ersten beiden Messungen beziehen sich wieder auf die Position A mit (blau) und ohne (rot) XA- Front System:



Der Frequenzgang ist direkt vor der Box unregelmässig wie die Messung zeigt. Bei 1 kHz ergibt sich eine kleine Auslöschung, hier schneiden sich die Frequenzgänge der beiden Treiber. Weiteroben dehnen sich die Reflektionen weiter aus. Die ganz hohen Frequenzen werden jedoch gut wiedergegeben. Zwischen 200 und 800 Hz sind Auslöschungen und Überlagerungen zu beobachten, welche vom Raum her stammen. Die Messung mit dem XA- System bringt die bekannte Basshebung ab 120 Hz zu Tage. Der Monitor funktioniert akustisch gut mit dem XA. Es sind nur einzelne Auslöschungen bei 130 bis 160 Hz und bei 300 Hz zu sehen.

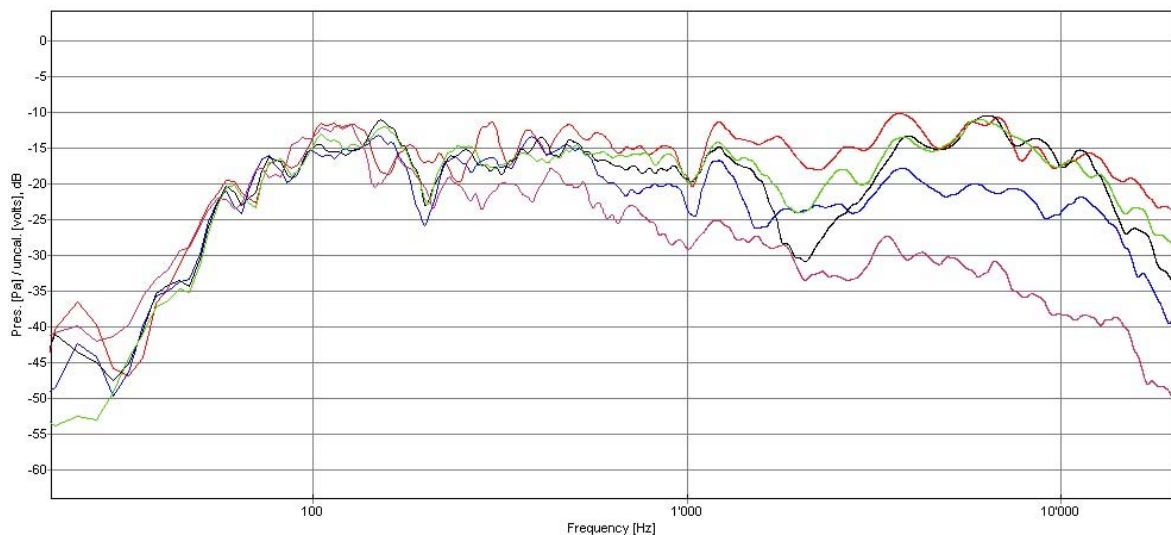
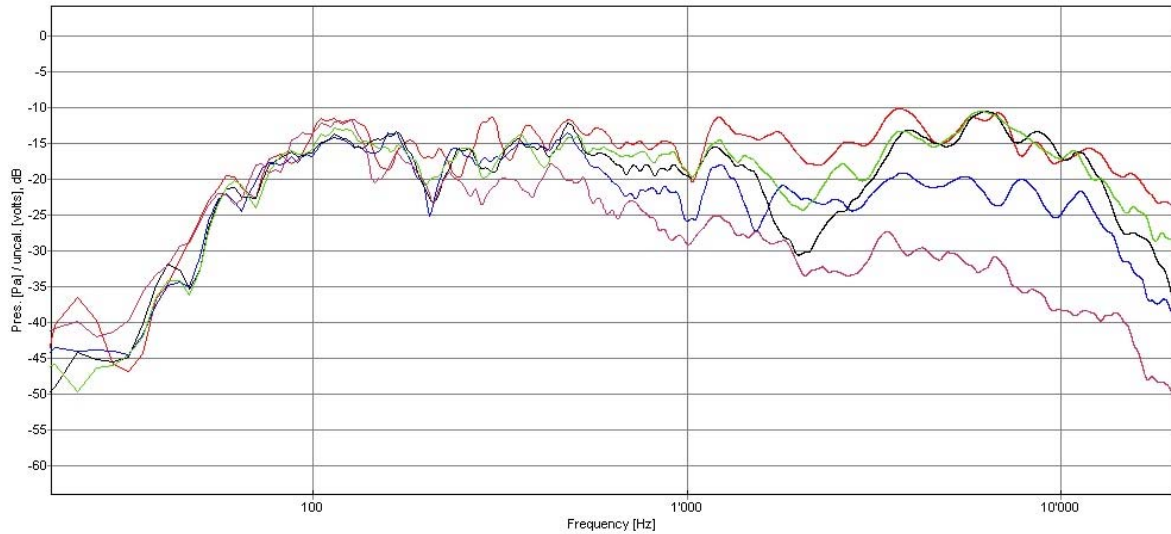
Position H wird rot, und Position I blau dargestellt. Beide Messungen entstehen ohne das XA- System:



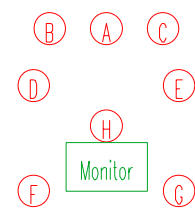
Deutlich sind die Auswirkungen der höheren Montage des Hochtöners an den fast unveränderten hohen Mitten zu erkennen. Das entsteht dadurch, dass sich diese Position noch direkt im Abstrahlwinkel des Hornes bei allen Frequenzen befindet. An dieser Position kann mit einem gleichen Klang auch wegen den obenliegenden Bassreflexöffnungen wie auf Position A gerechnet werden. Weiterweg, auf der Position I ist ein genereller Verlust der Höhen ersichtlich, der ungefähr 5db ab 2 kHz ausmacht. Allgemein treten in dieser Distanz stärkere Raumreflektionen auf, was sich vor allem durch einige Auslöschungen bemerkbar macht. Im Allgemeinen kann der Monitor jedoch gut auch auf diese Distanz genutzt werden.

Die Messpunkte der untenstehenden Messung sind:

Zuerst die Messpunkte A (rot), B (grün), D (schwarz), F (blau) und K (rosa):
Unten die Punkte A (rot), C (grün), E (schwarz), G (blau), F (rosa):



Wenn die zwei Grafiken verglichen werden, fällt auf, dass sie sich sehr ähnlich sind. Der Grund liegt wiederum in der übereinanderliegenden Anordnung der Treiber, bei welchen auf beiden Seiten etwa der gleiche Frequenzgang bei den Messungen entsteht. Bei einer Verschiebung von Position A auf die Position B oder C ist zunächst ein Loch bei 1 und 2 kHz zu sehen. Dieses Loch entsteht durch das in diesen Winkeln nicht mehr optimale Zusammenspiel der zwei unterschiedlichen Wege. Die oberen Höhen werden auch auf eine Verschiebung auf die Positionen D oder E sehr gut abgebildet. Dies spricht für eine ausgeprägte Direktivität. Innerhalb dieses Winkels muss einzig bei den Mitten um 2 bis 3 kHz mit stärkeren Klangeinbussen gerechnet werden. Sonst herrscht in diesem Bereich ein ausgeglichenes Klangbild. Bei der Position F oder G wird alles oberhalb von etwa 800 Hz um ca. 5db leiser aufgenommen. Bei rückwärtiger Betrachtung besteht dieser Rückgang aus ca. 10 db.



(K)

Grafikquelle 2

Höreindruck

Der M 1502 ER klingt dank dem 15“ Treiber sehr druckvoll. Durch die obenliegende Bassreflexöffnung entsteht eine saubere Klangquelle auch bei kleinen Positionsveränderungen. Wird ein bisschen weiter auf die Seite bewegt, fällt das auch messtechnisch erkennbare Mittenloch auf. Als Keilmontor eignet er sich sehr gut.

Konstruktion

Die Box ist durch die übereinanderliegenden Treiber recht hoch gebaut. Dadurch ergibt sich ein grosses Volumen, dass sich auch durch die gute Basswiedergabe äussert. Der Monitor hat zwei Aufstellwinkel, womit an die jeweilige Situation angepasst werden kann. Auf Grund des Alters hat die Box XLR- Anschlüsse, wodurch spezielle Übergangsstücke XLR- Speakon nötig sind.

Handling

Der schwere Monitor hat auf beiden Seiten einfache, aber praktische Griffe mit welchen die Box sicher transportiert werden kann. Er ist durch ein stabiles Frontgitter gegen mechanische Beschädigungen sicher geschützt. Gegen Feuchtigkeit oder Spritzwasser ist er nicht geschützt, was bei einem moderneren Modell sicher nicht fehlen dürfte. Der Monitor ist vor allem als solcher konzipiert und besitzt deshalb auch keine Flugpunkte.



Fazit

Der EV M 1502 ER ist als Monitor entwickelt und darauf klanglich wie auch technisch optimiert. Deshalb ist auch kein Stativflansch oder eine Möglichkeit, die Box zu fliegen vorhanden.

II. Vergleiche der Monitore

Um die Monitore zu vergleichen, werden die vorhandenen Daten zusammengefasst und einander gegenübergestellt.

1. Vergleich der technischen Daten

Die nachfolgende Tabelle zeigt einen Überblick über die technischen Angaben aus den Prospekten: Bei den d&b Modellen wird vollständigshalber auch der MAX mit einem 15“ Tief- und Mitteltöner aufgeführt.

Produkt	Martin Audio LE 400C	Kling & Feitag CA 1515- 6	d&b Audiotechnik MAX 12 / MAX
Frequenzgang +/- 3 db [Hz]	50- 18 k	77- 19 k	100- 18 k / 85- 18 k
Nennbelastbarkeit [W]	300	500	250 / 250
Max. Schalldruck- pegel [db SPL peak]	129	132	130 / 131
Impedanz [Ohm]	8	8	8 / 8
Dimensionen [mm]	660 x 470 x 554	680 x 433 x 410	458 x 425 x 324 / 536 x 507 x 392
Gewicht [kg]	32.5	36.4	22 / 26
Bruttopreis [CHF]	3280	3191	3222

Aus den Angaben des Frequenzganges lässt sich eine ungefähre Charakteristik der Box eruieren. Die Frequenzgänge stimmen jedoch nicht sehr gut mit den gemessenen überein. So lässt sich beim Martin LE 400C erahnen, dass er bei der Messung auf dem Boden gestanden haben muss, trotz einer Bodenkopplung der Bässe reicht der Frequenzgang nicht bis 50 Hz +/- 3 db herunter. Beim Kling & Freitag sind die 77 Hz realistischer, entsprechen jedoch auch nicht den gemessenen Werten. Die Werte beim MAX 12 sind am nächsten an den Gemessenen.

Die Nennimpedanzen sind erfreulicherweise alle bei 8 Ohm, sodass ohne Probleme zwei oder drei Boxen geschlauft werden können.

Bei den Angaben zum Gewicht treten grosse Differenzen auf. Der CA 1515-6 wiegt zehn Kilogramm mehr als der vergleichbare Max. Gründe dafür sind dickere Holzplatten und andere Konstruktionen.

Die Preise bewegen sich alle in der gleichen Preisregion und entsprechen den Kriterien.

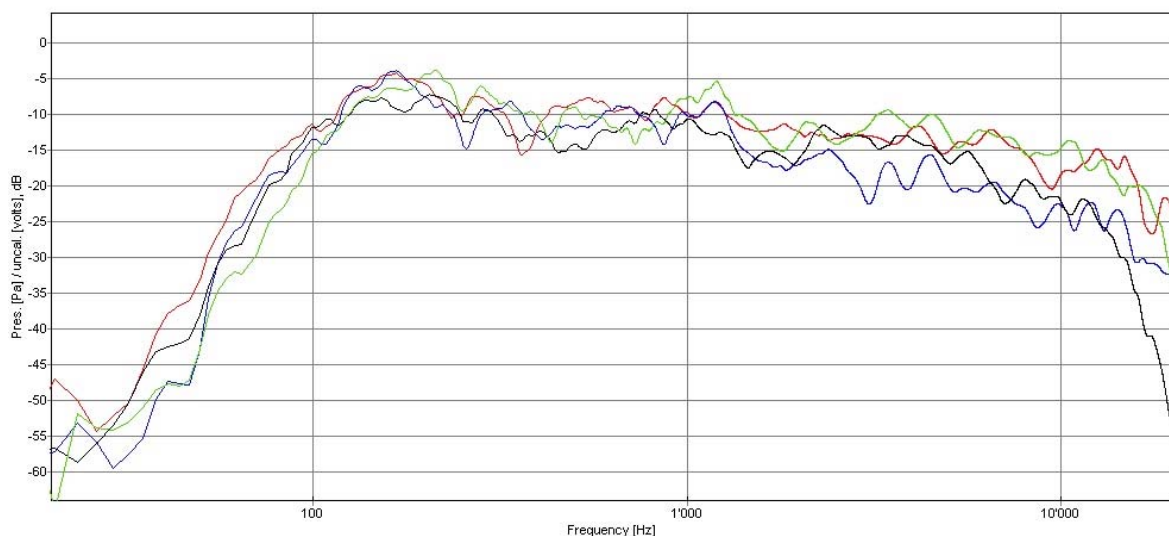
2. Vergleich der Messdaten

Messungen bei
hohen Lautstärken

Die Angaben zur Belastbarkeit haben grosse Unterschiede. Der CA1515- 6 erträgt doppelt so viel wie der MAX 12. Zum Wirkungsgrad oder der Lautheit der Boxen wird ein kleiner Test durchgeführt: Alle Endstufen sind identisch, bekommen das gleiche Eingangssignal und geben alle die gleiche Leistung ab. Der hohe Schalldruck jeder Box wird gemessen und verglichen. Das Ergebnis sieht so aus, dass jede Box, auch der EV M 1502 ER, in etwa gleich laut sind. Der Schalldruckpegel ist nicht entscheidend, sondern der dazugehörige Frequenzgang, der in der folgenden Grafik dargestellt ist. Normal werden die Monitore nicht in diesen Lautstärken eingesetzt, deshalb fällt die Vergleichsmessung unter normalen Bedingungen anders aus.

Kling & Freitag CA 1515- 6: rot
EV M 1502 ER: blau
d&b MAX 12: grün
Martin LE 400C: schwarz

Gemessen wird auf Position A ohne XA:



Auf den ersten Blick ist die generelle geschwächte Basswiedergabe bei diesen Lautstärken erkennbar. Die Raumresonanzen machen sich auch bei allen Modellen stärker bemerkbar, beispielsweise die Peaks bei 160 Hz. Zwischen 200 Hz und 2.5 kHz sind alle etwa ähnlich, die Auslöschungen und Überlagerungen werden von allen abgebildet. Danach aufwärts gesehen verändern sich die Verläufe, der EV Monitor gibt die oberen Mitten ca. 5- 10 db und die Höhen ca. 10- 15 db ab. Bei der Martin Box kommt der Knick bei 5.5 kHz, danach geht's um 5 db hinunter. Einzig der MAX 12 und der CA 1515- 6 halten bis 15 kHz durch und fallen danach ab.

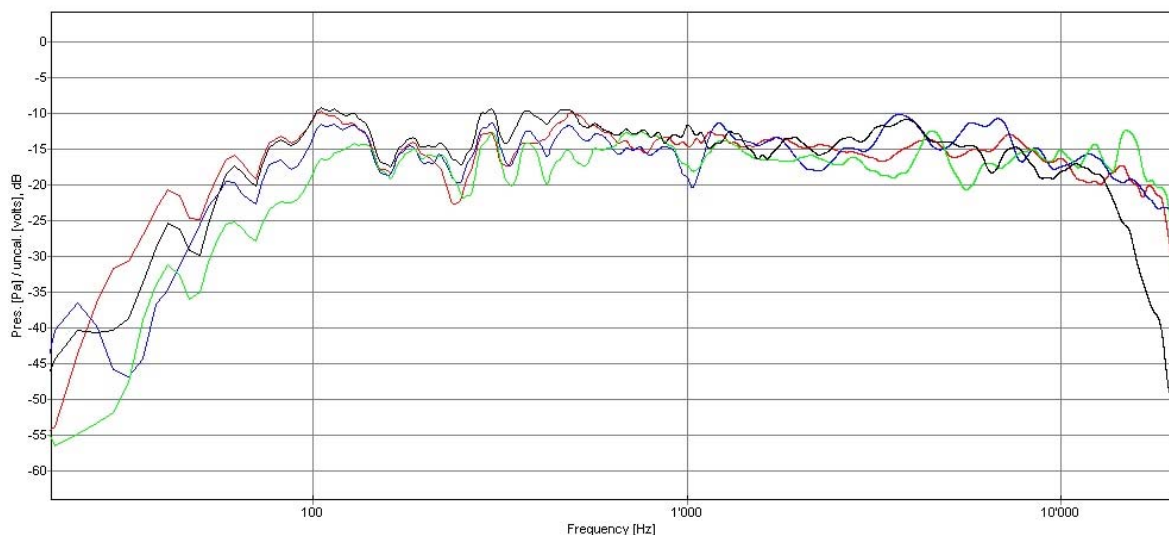
Zusammenfassend gesagt: Im unteren Bereich verhalten sich die Monitore auf Grund der Endstufenleistung alle gleich, die Mitten bis 2.5 Hz werden auch von allen annähernd gleich wiedergegeben. Grosse Differenzen kommen bei den Höhen zu Tage, der Martin und der EV geben hier ungefähr 5 db weniger als der d&b und der Kling & Freitag ab.

Vergleichsmessung bei normalen Lautstärken

Werden die gemessenen Daten unter normaler zu erwartender Bühnenlautstärke untereinander verglichen, ergibt sich folgendes Bild:

Kling & Freitag CA 1515- 6: rot
EV M 1502 ER: blau
d&b MAX 12: grün
Martin LE 400C: schwarz

Gemessen wird auf Position A ohne XA:



Messtechnisch wird zunächst der Bereich zwischen 600 Hz und 2 kHz betrachtet, der von allen Monitoren sehr linear wiedergegeben wird. Ausser der EV und der d&b sinken bei 1 kHz um 5db beziehungsweise um 3 db ab, was jedoch nicht als gravierend einzustufen ist. Oberhalb von 2 kHz treten grössere Differenzen auf: Der CA 1515- 6 verläuft hier am linearsten bis 10 kHz, wo er erst um 5 db zurückgeht, dann bei 16 kHz recht stark abfällt. Direkte Konkurrenz in diesem Bereich ist der MAX 12, der bis 16 kHz auf dem gleichen Pegel bleibt, jedoch mit Unregelmässigkeiten auffällt. Diese Peaks sind jedoch nicht störend, sondern als Charaktereigenschaft zu definieren. Auch als Charaktereigenschaft, die jedoch gut auffällt, kann man den Mittelhochton- und den Hochtonbereich des LE 400C bezeichnen. Hier ist zu erkennen, dass die Entwickler nicht auf einen ausgewogenen Klang, sondern auf die gezielten Bedürfnisse eines Rockmonitors eingingen, dessen Frequenzspektrum in den oberen Frequenzen nicht besonders linear sein muss. Der M 1502 ER weist im Allgemeinen keine besondere Linearität in den Höhen auf. So gibt es einige Peaks bei 3.5 kHz und 6 kHz. Ähnlich wie

vom MAX 12 kann man hier von eigenem Klangcharakter sprechen, der aber deutlicher auffällt. Nach einem Hörtest könnte dem M 1502 ER besondere Sprachverständlichkeit zugesprochen werden, bei Musiksignal ist aber eine Erhöhung der oberen Mitten sehr gut zu hören. Daraus ist abzuleiten, dass der EV klanglich vor allem als Bühnenmonitor gut geeignet ist.

Unterhalb von ca. 600 Hz sind die Einflüsse des Raumes deutlich erkennbar. Die Frequenzgänge verlaufen sehr ähnlich, bei allen sind die Überlagerungen bei 300 Hz, 380 Hz und bei 500 Hz zu sehen. Auslöschungen ergeben sich bei 160 Hz, 250 Hz und bei 330 Hz. Im Bassbereich zeigen die Boxen CA 1515- 6 und der LE 400C am meisten Pegel und die Linien verlaufen ähnlich parallel. Der EV Monitor bringt unwesentlich weniger Bass, was sich auf das Hörempfinden nicht auswirkt. Beim d&b MAX 12 wird ab ca. 120 Hz weniger, bei 100Hz ca. 8 db weniger wiedergegeben, was vor allem auf den 12“ Basstreiber und das kleinere Gehäusedesign zurückzuführen ist.

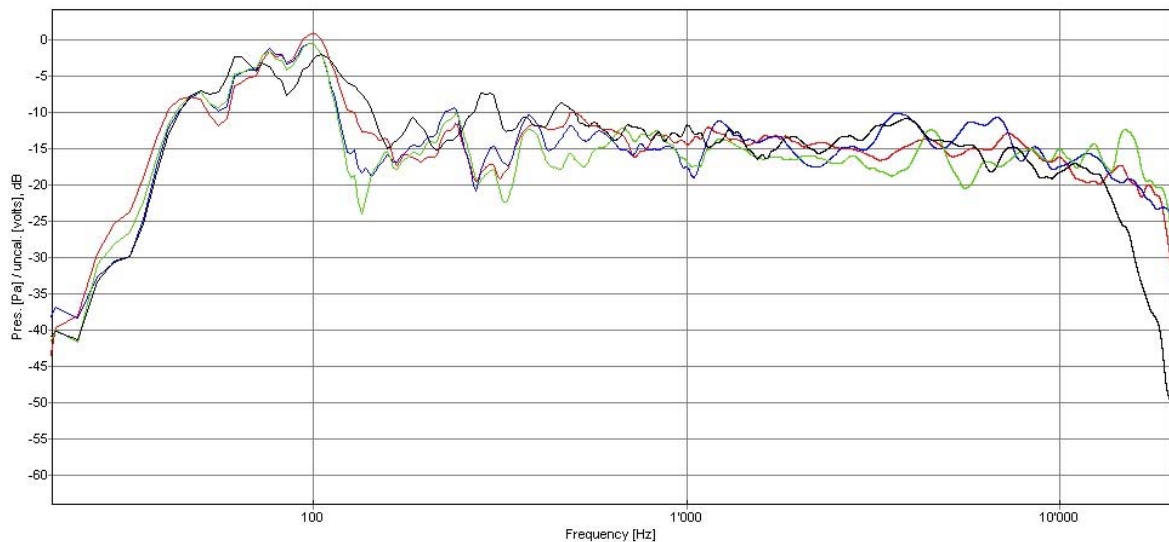
Im Allgemeinen lässt sich auf Grund dieser Messreihe sagen, dass alle Modelle frequenzmässig für eine Monitorbeschallung auf kleinen bis grossen Bühnen geeignet sind. Der Martin LE400C und der EV M 1502 ER haben beide eine Spitze zwischen 3 kHz und 4 kHz, genau bei diesen Frequenzen kommt die Sprachverständlichkeit besonders zum Ausdruck. Das sind Anzeichen auf eine konkrete Entwicklung als Bühnenmonitor, denn dadurch entfällt eine eventuelle Korrektur im Betrieb am Monitorentzerrer. Der d&b MAX 12 und der Kling & Freitag CA 1515- 6 streben einen linearen Frequenzgang an, wobei auch der MAX 12 eine kleine Erhöhung bei 4.5 kHz aufweist. Vom CA 1515- 6 kann ein neutrales Klangbild erwartet werden.

Vergleichsmessung
bei normalen
Lautstärken
mit dem XA

Die Messungen mit dem Front PA- System Dynacord XA in der Zusammenstellung sind abgebildet.

Kling & Freitag CA 1515- 6: rot
EV M 1502 ER: blau
d&b MAX 12: grün
Martin LE 400C: schwarz

Gemessen wird auf Position A:



Bei den Messungen mit dem XA tritt bei allen Monitoren die erwartete Bassanhebung unterhalb von ca. 120 Hz auf, die bei allen mit ungefähr 10 db gleich hoch ausfällt, sodass alle Boxen den gleichen Verlauf im Bassbereich erfahren. Oberhalb von 120 Hz fällt vor allem der LE 400C auf, der durch eine Überlagerung bei 200 Hz eine Erhöhung von 5 db hat. Ab 600 Hz schwindet der Einfluss des Front- Systems, sodass keine Beeinflussungen mehr anzutreffen sind.

Die getesteten Boxen funktionieren akustisch alle mit dem Dynacord XA. Aus dieser Sicht gibt es keine besonderen Empfehlungen.

Abstrahlverhalten bei unterschied- lichen Winkeln

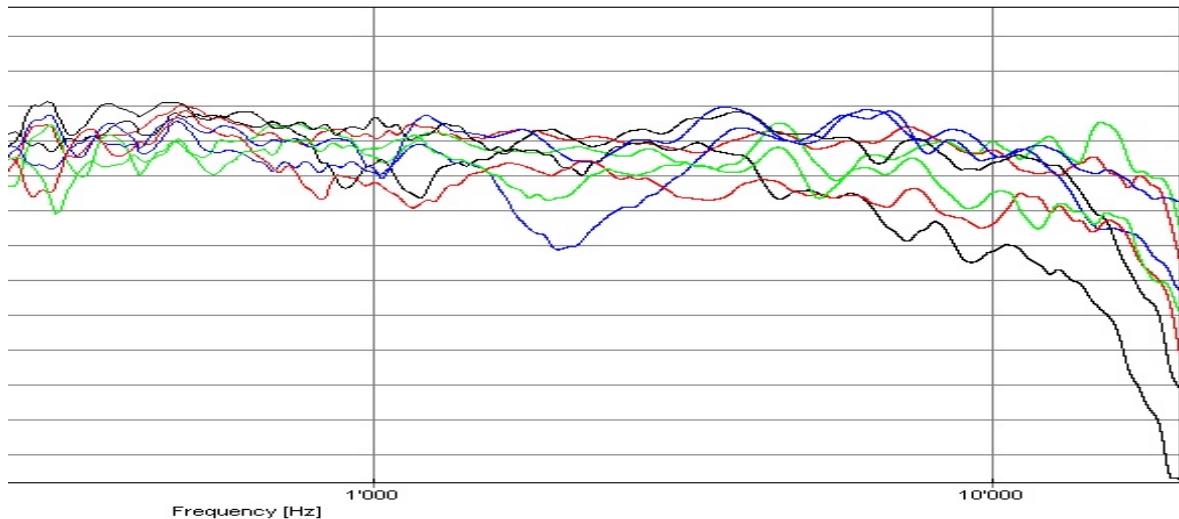
Im nachfolgenden Diagrammausschnitt sind die Messergebnisse von den Positionen A und D aufgeführt. Die Messung ohne XA zeigt die verschiedene Abstrahlverhalten. Punkt D befindet sich Stage right auf der Bühne. Die Farben sind gleich vergeben wie in den oberen Grafiken.

Kling & Freitag CA 1515- 6: rot (Pos. A und D)

EV M 1502 ER: blau (Pos. A und D)

d&b MAX 12: grün (Pos. A und D)

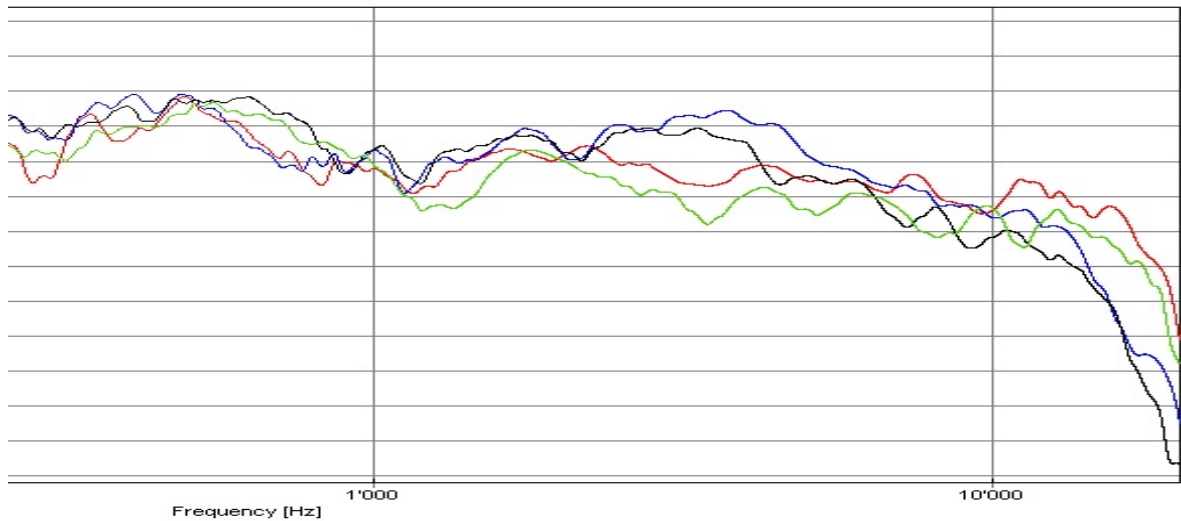
Martin LE 400C: schwarz (Pos. A und D)



Die Grafik ist in der Breite gedehnt, damit die Kurven gut sichtbar werden. Das Ideal wäre, wenn an der Position D keine grossen Differenzen im Vergleich zu der Messung an der Position A auftreten würden. Am ehesten kommt der d&b Max 12 diesem Ideal nahe: Die Kurven laufen parallel bis etwa 8 kHz, danach erfolgt eine leicht Absenkung um ca. 8 db. Das heisst, dass innerhalb dieses Winkels ein ähnliches Klangbild bei ähnlich viel Schalldruck auftritt. Beim CA 1515- 6 verläuft die Kurve der Position D ab 500 Hz mehr oder weniger parallel mit einem Abstand von 5- 8 db bis in die hohen Frequenzen hinauf. Das Klangbild innerhalb des Winkels ist also ähnlich, jedoch muss mit weniger Pegel gerechnet werden. Der LE 400C verhält sich bis 4 kHz etwa gleich, darüber sinkt der Pegel um mehr als 10 db. Eine eigenartige Kurve ergibt sich bei den Messungen am M 1502 ER: Die Mitten bei 2 kHz werden um mehr als 12 db gedämpft. Ansonsten sind die Resultate sehr positiv, die Frequenzgänge der Messungen an den beiden Positionen laufen sehr parallel. Der Grund für die Dämpfung bei 1 kHz liegt darin, dass sich hier die Frequenzbänder der Hoch- und Tiefmitteltreiber schneiden. Dieser Effekt kann auch bei anderen Boxen beobachtet werden, hier tritt er aber deutlich auf.

Als Ergänzung stellt das untenstehende Bild die Messungen auf der anderen Monitorseite, der Position E, dar. Da der d&b MAX 12 und der EV M 1502 ER bauartbedingt auf beiden Seiten gleich abstrahlen, werden nur die Ergebnisse der Messungen vom Kling & Freitag CA 1515- 6 und dem Martin LE 400C aufgezeigt. Die zweite Kurve entspricht der Messung auf der gegenüberliegenden Seite, der Position D. Die Monitore stehen wie vorgängig erwähnt mit dem Hochtöner näher der Position D.

Kling & Freitag CA 1515- 6 Pos. D: rot ; Pos. E: grün
 Martin LE 400C Pos. D: schwarz ; Pos. E: blau



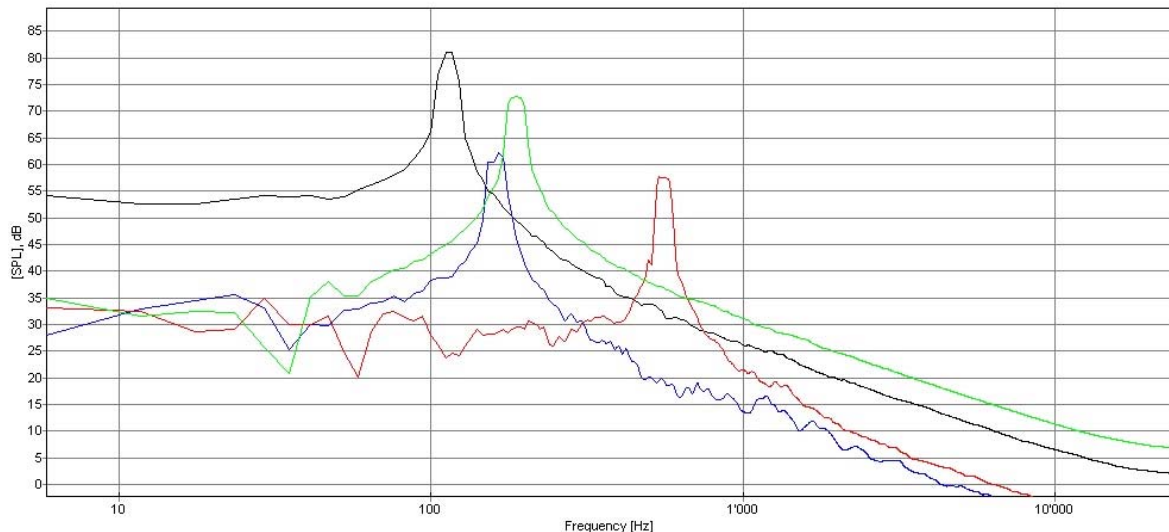
Die beiden Boxen weisen erfreulicherweise keine allzu grossen Unterschiede von einer Seite zur anderen auf. Beim Kling & Freitag sind die kleinen Differenzen sehr schön zu sehen: Unterhalb von 1 kHz überwiegt auf der einen Seite der Tieftöner, oberhalb der Hochtöner. Auf der anderen Seite ist es umgekehrt. Beim Martin ist der gleiche Effekt auch zu erkennen, jedoch nicht so stark. Bei beiden Boxen sind diese Unterschiede im tolerierbaren Rahmen, sie fallen nicht negativ auf.

Frequenzvergleich bei Rück- kopplungen

Die folgende Messung entstand durch Erregen von Feedback der Testlinge mit dem auf Position A stehenden Messmikrofon. Das Messmikrofon hat Kugelcharakteristik, darum kann das Ergebnis nicht direkt auf ein Gesangsmikrofon mit Nieren- oder Hypernierencharakteristik übertragen werden. Die Messung betrachtet in diesem Fall nur die Box und den Raum als Einflussgrößen. In der Konzertsituation kommt als nächste wichtige Einflussgrösse das Mikrofon dazu.

Die Farben der Grafik sind gleich wie bei den letzten Messungen vergeben:

Kling & Freitag CA 1515- 6: rot
EV M 1502 ER: blau
d&b MAX 12: grün
Martin LE 400C: schwarz



Die Rückkopplungen ereignen sich alle zwischen 100 Hz und 600 Hz. In diesem Bereich kommen auch die Raumeinflüsse am stärksten zu tragen, deshalb ist zunächst allgemein zu sagen, dass sich der Raum auf das Verhalten des Systems bei Rückkopplungen sehr stark auswirkt. Bei den Messungen kann die Amplitude nicht beurteilt werden. Der Grund dafür ist das Messsetup: Während sich die Sinusschwingungen aufbauen, was der eigentliche Vorgang beim Feedback ist, wird von der Messperson bei einem hohen, aber nicht zu hohen Pegel der Messzeitpunkt manuell definiert. Bei den Kurven ist eine bei allen Messungen annähernd gleiche Form erkennbar. Diese zeigt den Charakter eines Feedbacks sehr gut. Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass in diesen Räumlichkeiten alle Boxen im ähnlichen Frequenzband reagieren und ihre Eigenschaften nur die genaue Position in diesem Frequenzband definieren.

Zusammenfassung

Zusammengefasst aus den Messreihen ist zu vermerken, dass alle Boxen ihre klanglichen Stärken und Schwächen haben. Der Martin LE 400C ist sehr gut für das klassische Monitoring bei kleinen und vor allem auch bei grossen Bühnen zu gebrauchen. Weniger geeignet ist er als Hauptbestandteil einer kleinen Beschallung oder als Side- oder Nearfill.

Der Kling & Freitag CA 1515- 6 ist vielseitiger zu gebrauchen. Er kann dank einem sehr linearen Frequenzgang auch den höchsten Qualitätsansprüchen genügen, hat aber keine ausgebildete Abstrahlcharakteristik.

Der MAX des deutschen Herstellers d&b überzeugt mit einem guten Frequenzgang und definierter Abstrahlcharakteristik. Auf Grund des Gehäusedesigns (auch beim MAX) werden die Bässe jedoch nicht mit genügend Pegel abgespielt.

Der EV M 1502 ER besticht durch seine Konstruktion der übereinander angeordneten Treiber. Damit ist er vor allem für das Bühnenmonitoring geschaffen. Auf Grund seines unsauberen Frequenzganges und der direkten oberen Mitten ist er weniger für eine kleine und feine Beschallung zu empfehlen.

3. Unterschiede betreffend Konstruktion und Handling

Konstruktion

Bereffend Aufbau gibt es bei den hier getesteten Modellen prinzipielle Unterschiede. Jeder Monitor hat seine eigenen Designmerkmale. Alle haben einen 15“ Tieftöner oder ein solches Modell ist erhältlich (d&b MAX). Als Hochtöner kommt beim LE 400C ein 1“ , beim CA 1515-6 und beim MAX ein 1.5“ und beim M 1502 ER ein 2“ Treiber zum Einsatz. Diese Unterschiede sind messtechnisch, aber auch klanglich festzustellen. Zu erwähnen ist der Hochtontrichter der Kling & Freitag Box. Sie lässt sich einfach ausbauen und dank quadratischer Bauform um 90 Grad drehen, wodurch die Abstrahlcharakteristik geändert werden kann.

Die Konstruktion des LE 400C sieht nur auf den ersten Blick als einfach und klassisch aus. Bei näherem Hinschauen sind die Bassreflexöffnungen an der vorderen Kanten zu erkennen, dessen Funktionen sich sehr gut auf ebenen und reflektierenden Böden, was im Normalfall jede Bühne ist, bewähren. Der CA 1515- 6 nützt eine abgeänderte klassische Bauform aus: Die Bassreflexöffnung befindet sich unterhalb des Hochtontrichters. Beim MAX 12 reicht ein Loch neben der Membran als Bassreflexöffnung. Das kompakte Boxendesign äussert sich in einer verminderten Basswiedergabe. Die Bassreflexöffnungen beim M 1502 ER befinden sich rechts und links des Hochtöners, was sich durch symmetrische Direktivität äussert, wobei der grosse Vorteil dieser Bauart der Monitore genannt ist. Nicht nur symmetrisch, sondern punktförmig ist die Abstrahlcharakteristik des MAX 12, was sich auch in den Messungen zeigt. Anders sind die Abstrahleigenschaften der anderen beiden Boxen, so sind auf beiden Seiten Unterschiede festzustellen.

Alle Monitore ausser dem M 1502 ER haben Speakonanschlüsse und sind mit den in der Firma VXCO vorhandenen Endstufen zu betreiben.

Handling

Erstes Kriterium für ein gutes Handling ist ein geringes Gewicht. Hier treten grosse Differenzen auf. Der CA 1515- 6 ist mit 36.4 kg eindeutig der schwerste und zehn Kilogramm schwerer als der vergleichbare 15“ MAX. Die zwei anderen Monitore befinden sich dazwischen.

Ein wichtiger Punkt sind auch die Griffe: Am besten und sichersten sind die herkömmlichen Varianten wie sie im M 1502 ER und LE 400C verbaut sind. Die Kling & Freitag Box verwendet sogenannte Sterngriffe, welche den Vorteil bieten, dass sie von allen Seiten gegriffen werden können. Nachteilig wirkt sich die geringe Haltestabilität aus, das heisst, die Gefahr des Ausrutschens ist um einiges grösser. Die Möglichkeiten, wie der MAX gehoben werden kann, sind auf den ersten Blick gut. Bei genauerem Hinsehen ist die Gefahr zu erkennen, dass die Sicke eventuell beschädigt werden kann.

Alle Monitore sind durch ein rostfreies Gitter zuverlässig vor mechanischen Beschädigungen geschützt. Durch Akustikschaum wird auch ein Schutz vor Spritzwasser erreicht. Die Holzkonstruktionen sind bei allen Modellen stabil und erwecken einen soliden Eindruck. Die Oberflächen sind alle schlagfest lackiert. Die Verarbeitung ist sauber, was in diesem Preissektor auch vorausgesetzt werden kann.

Allgemein lässt sich zum Handling sagen, dass nur der MAX mit der etwas eigenartigen Lösung mit dem Griffen leicht im Abseits steht. Die anderen Kriterien werden von allen erfüllt.

Flugvorrichtungen

Der EV und der Martin Monitor haben keine Flugvorrichtung und können für die folgenden Beurteilungen nicht betrachtet werden.

Der Kling & Freitag Monitor hat fünf einfache Ancra Jungfalk Befestigungspunkte eingebaut. Das Fluggeschirr wird je nach Verwendung an den jeweiligen Punkten eingerastet. Dadurch kann das System flexibel eingesetzt werden. Zusätzlich hat der CA 1515- 6 noch einen Flansch, um die Box auch auf ein Stativ zu stellen.

Die d&b Monitore sind optional mit M 10 Gewindeeinsätzen und zwei Kupplungen an jeder Seite ausgerüstet. An den Gewindeeinsätzen können diverse Montage- und Fliegmöglichkeiten befestigt werden.

IV. Ergebnisse des Vergleiches

1. Beurteilung nach den gestellten Kriterien

Bei den Beurteilungen wird der EV Monitor nicht beachtet.

Universelle Verwendung

Die Universalität ist vor allem beim Kling & Freitag Monitor gegeben. Der CA1515- 6 überzeugt klanglich und auf der technischen Ebene als Allrounder. Der MAX 12 oder der MAX können auch für viele verschiedene Beschallungsaufgaben eingesetzt werden, durch den geringeren Basspegel ist jedoch für viele Anwendungen ein zusätzlicher Subwoofer nötig. Der Martin LE 400C ist vor allem ein guter Bühnenmonitor.

Guter Frequenzgang

Bei diesem Punkt wird auf ein linearer Frequenzgang wertgelegt, der vor allem die beiden d&b und Kling & Freitag Monitore vorweisen können.

Definiertes Abstrahlverhalten

Ein definiertes Abstrahlverhalten wird aus dem Messungen ersichtlich. Dabei überzeugt der d&b Monitor aufgrund der coaxialen Anordnung der Treiber. Jedoch auch die beiden anderen Boxen strahlen innerhalb des Abstrahlwinkels sauber ab.

Hoher Schalldruckpegel

Mit den bereits vorhanden Endstufen zu betreiben

Speakonanschlüsse

Verschiedene Aufstellwinkel

Diese Kriterien werden von allen Monitoren erfüllt.

Fliegende Montage möglich

Flansch für Boxenstativ

Fliegende Montage sind mittels Zubehör bei den d&b und Kling & Freitag Monitoren kein Problem. Ein Flansch für ein Boxenstativ ist auch bei beiden vorhanden.

Der Martin ist nicht für solche Montagen vorgesehen.

2. Zusammenfassung der Testresultate

Martin LE 400C

Der Martin LE400C ist ein klassischer Monitor für kleine und grosse Bühnen. Die vielen technischen Details wie das Kabelanschlussfeld auf der Vorderseite oder die Bassreflexöffnungen sprechen deutlich für eine solche Anwendung. Der Martin ist ein Spezialist auf diesem Gebiet, und kann darum schlecht als eigenes System für eine kleine Beschallung herhalten. Er ist ein sehr guter Bühnenmonitor.

Kling & Freitag CA 1515- 6

Der Kling & Freitag CA 1515- 6 ist anders als der Martin ein echter Allrounder. Seine vielseitigen klanglichen und technischen Anwendungen reichen von der Bühnenbeschallung bis an die Gartenpartys. Dank einer guten Basswiedergabe ist für kleinere bis mittlere Beschallungen kein zusätzlicher Subwoofer nötig. Ein negativer Punkt ist mit 36.4 kg sein Gewicht.

d&b MAX 12 / MAX

Der d&b MAX 12 oder der MAX haben mit der koaxialen Treiberbauweise einen Vorteil in der Direktivität gegenüber den anderen zwei Boxen und klingt sauber und linear. Im Bassbereich kann er jedoch nicht überzeugen, da auch mit der 15“ Ausführung zuwenig Pegel für eine eigenständige, mittelgrosse Beschallung wiedergegeben wird.

3. Empfehlung

Das Ergebnis des Vergleichs unter den gestellten Kriterien fällt so aus , das der Kling & Freitag CA 1515- 6 empfohlen wird. Folgende Punkte sprechen für diese Entscheidung:

-Der klangliche Aspekt: Die Box klingt in unterschiedlichen Situationen sauber und linear. Der CA 1515- 6 setzte sich wegen der besseren Basswiedergabe gegen den MAX 12 durch. Für Monitorbeschallungen zeichnet ihn eine gute Direktivität aus.

-Der technisch/bauliche Aspekt: Die Box ist solide gebaut, hat einen Flansch für ein Stativ und ist mit einfach zu montierenden Flugmöglichkeiten ausgerüstet.

-Die Box gefällt auch optisch.

-Mit der kleineren Version 1215-6 kann das System sinnvoll ergänzt werden.

Auf vxco.ch kann nachgeschaut werden, wie die Monitore in Zukunft eingesetzt werden.

V. Anhang und Impressum

Quellenangaben

-Die Angaben zu den Monitoren sind bei Kling & Freitag und bei d&b direkt auf der jeweiligen Homepage zu finden.

- dbaudio.com
- kling-freitag.de

-Bei Martin Audio kann eine User Guide CD bestellt werden.

- martin-audio.com

Grafikquellenangabe

-Alle Frequenzplots sind aus der Software Winmls

-Alle Photos wurden von Mario Stoll im Bierhübeli gemacht

-Grafikquelle 1: Die Grafik stammt aus der Produktinformation über d&b Bühnenmonitore

-Grafikquelle 2 : Der Grundrissplan stammt von Simon Bissegger

Geräte

Die für diesen Versuch benötigten Geräte stammen ausser dem PC alle von der VXCO GmbH. Das sind:

- Behringer Messmikrofon mit Kugelcharakteristik
- Allen&Health Wizzard 14/4/2 Mischpult
- 3x EV P 3000 Endstufe
- Dynacord XA- System

- vxco.ch

Testmonitore

Die Monitore wurden gratis vom jeweiligen Vertrieb zur Verfügung gestellt.

d&b Audiotechnik:

2m Audio

Postweg

5012 Schönenwerd

- 2maudio.ch

Kling & Freitag:

Tucton Audio

Höhenstr. 7

8342 Wernetshausen

Martin Audio:

Soundhouse AG

Baselstr. 20

Messsoftware
6003 Luzern
- soundhouse.ch

Von der Messsoftware kann eine zeitlich limitierte Vollversion bezogen werden unter
- winmls.com

Ort der Messungen

Die Messungen wurden im Bierhübeli durchgeführt

Bierhübeli
Neubrückstr. 43
3000 Bern
- bierhuebeli.ch

Vielen Dank an folgende Personen

Oleg Kaufmann, Boris Leisi, Simon Bissegger, der Familie Scherler, meiner Familie

Impressum

Die Arbeit wurde im Mai 2003 erstellt von

Mario Stoll
Länggasstr. 99
3012 Bern
mario.stoll@gmx.net