

# TRIUS



Je mehr man sich mit den kleinen Dingen beschäftigt, desto größer erscheinen sie!



**AUDICENTER**

Dynamic Audio Solutions

Neueste Fertigungstechnologien, hochwertige Materialien und viel europäisches Knowhow ermöglichen Top-Lautsprecher zu bezahlbaren Preisen.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.0</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
1.1	Ein optimaler Klang des Beschallungssystems ist extrem wichtig!	3
1.2	Das menschliche Ohr und das dadurch resultierende Hören	3
1.3	Das Zuhören und das damit verbundene Verstehen	4
1.4	Der Unterhaltungs- und Erlebniswert einer Beschallungsanlage	5
1.5	Die Umsatzsteigerung im Einzelhandel durch ein perfektes Beschallungssystem	5
<b>2.0</b>	<b>Für die Planung eines Projektes sollte immer gelten: „Erlebnis vor Erscheinungsbild!“</b>	<b>6</b>
<b>3.0</b>	<b>Die Audiocenter PF+ Serie</b>	<b>6</b>
3.1	Die wichtigsten Eigenschaften der PF+ Fullrange Modelle	6
3.2	Die Modelle der passiven Audiocenter PF+ Serie	7
3.2.1	Die Fullrange Systeme oder auch Topteile in der Übersicht	7
3.2.2	Die Subwoofer-Modelle der PF+ Serie	11
<b>4.0</b>	<b>Die aktive Lautsprecherserie TS von Audiocenter</b>	<b>11</b>
4.1	Die Modellübersicht der Audiocenter TS Serie	12
<b>5.0</b>	<b>Aktiv- oder doch lieber Passiv-Lautsprecher</b>	<b>14</b>
5.1	Die generelle Ausgangslage	14
5.2	Passive Lautsprechersysteme	14
5.3	Aktivlautsprecher	15
5.4	Passiv oder aktiv?	15
<b>6.0</b>	<b>Vertical Line Arrays</b>	<b>15</b>
6.1	Line Array - Ganz von Anfang an!	16
6.1.1	Die perfekte Kopplung	16
6.2	Audiocenter Line Arrays	17
<b>7.0</b>	<b>Was sind die größten Defizite bei der Objektplanung mit Beschallungsanlagen?</b>	<b>19</b>
7.1	Eine grundsätzliche Bewertung von Beschallungsanlagen	21
7.2	Der Lautsprecher und sein Stellenwert in der Beschallungstechnik	22
7.3	Was sind die primären Bewertungskriterien für die akustische Wahl eines Beschallungssystems?	22
<b>8.0</b>	<b>Wie vergleicht man am besten gleichartige Lautsprechersysteme?</b>	<b>23</b>

## 1.0 Einleitung

### 1.1 Ein optimaler Klang des Beschallungssystems ist extrem wichtig!

Ein guter Sound steht für die perfekte Kommunikation. Nur so ist Kommunikation unter Menschen möglich. In der Realität wird die Notwendigkeit einer professionellen Beschallungsanlage gerne unterschätzt. Wir kennen viele Projekte, bei denen unmittelbar vor der offiziellen Eröffnung erst erkannt wird, dass es gar kein oder nur ein minderwertiges Beschallungssystem gibt. Profitieren wird dann nicht der Nutzer der Halle, sondern ausschließlich der ortsansässige PA-Verleiher, der bei jeder Veranstaltung sein Equipment vermieten kann.

Der Mensch ist nicht in der Lage selber Licht zu erzeugen, sehr wohl aber Geräusche. Es ist deshalb schon sehr suspekt, dass so viel Geld in Licht aber nicht in Ton investiert wird ob wohl das „Geräusche machen“ eines der ureigenen Eigenschaften des Menschen ist.

Vielleicht haben wir immer noch Angst, dass das Feuer ausgeht und die wilden Tiere uns überfallen? Also lieber mehr in Licht investieren als in Ton? Nein, denn das Spektrum des sichtbaren Lichtes umfasst gerade mal eine Oktave, hören können wir im Idealfall aber 10 Oktaven!

Wir sollten uns also immer wieder bewusst werden, wie wichtig guter Ton ist. Klang und Klangeigenschaften ermöglichen uns die Stimmen verschiedener Menschen voneinander zu unterscheiden. Wir hören und erkennen somit Emotionen. Gerade die Obertöne sind genau dafür verantwortlich und diese reichen bekanntlich bis zum oberen Ende des hörbaren Spektrums. Deshalb fällt es uns auch so schwer, andere zu verstehen, wenn die Stimme extrem gefiltert bzw. eingeschränkt übertragen wird. Ich glaube jeder von uns hat diese Situation z.B. bei einem Telefonat schon mal erleben dürfen.



#### Wie wichtig guter Ton ist beschreiben die folgenden zwei Fallbeispiele

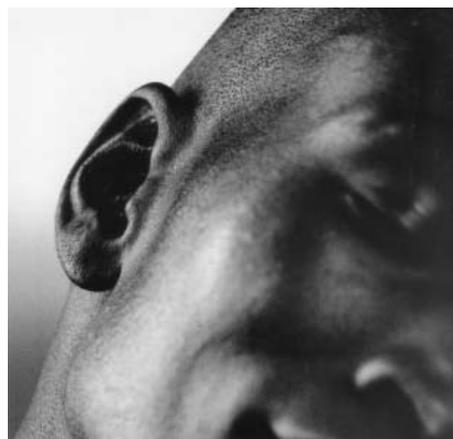
1. Sie sitzen in einem Konferenzraum und haben eine wichtige Videokonferenz mit einem Geschäftspartner in Übersee. Doch auf einmal fällt das Videosignal aus. Was passiert nun? Nichts, es geht weiter, denn auch ohne Bild kann eine Kommunikation – vorausgesetzt die Beschallungsanlage kann dies leisten – fortgeführt werden. Allerdings ist die Konferenz sofort beendet, wenn das Audiosignal ausfällt!
2. In den meisten Auditorien und Hallen bieten nur die wenigsten Plätze eine perfekte Sicht zum eigentlichen Geschehen. Mit einem professionellen und optimal designten Beschallungssystem kann jedoch einwandfreies Hören auf bis zu 85 – 90 % aller Zuhörerplätzen garantiert werden.

### 1.2 Das menschliche Ohr und das dadurch resultierende Hören

Das Ohr ist ein Sinnesorgan, mit dem Schall, also Töne, Klänge oder Geräusche aufgenommen werden.

Die Wahrnehmung von akustischen Signalen wird wesentlich davon mitbestimmt, wie Schallschwingungen auf ihrem Weg vom Außen-Ohr über das Mittelohr hin zu den Nervenzellen des Innenohrs jeweils umgeformt und verarbeitet werden.

Das menschliche Gehör kann akustische Ereignisse nur innerhalb eines bestimmten Frequenz- und Schalldruckpegelbereichs wahrnehmen. Zwischen der Hörschwelle und der Schmerzschwelle liegt die



Hörfäche. Die Empfindlichkeit des Ohrs ist ebenso wie seine Lärmtoleranz außerordentlich.

Der leiseste wahrnehmbare Schalldruck bei normalhörenden Menschen ist bei einem Ton von 2.000 Hz etwa 20 Mikro-Pascal ( $20 \mu\text{Pa} = 2 \cdot 10^{-5} \text{Pa}$ ), das entspricht  $L_p = 0 \text{ dB SPL}$  Schalldruckpegel. Diese Schalldruckveränderungen  $\Delta p$  werden über das Trommelfell und die Mittelohrknöchelchen ins Innenohr übertragen, und im Ohr-Gehirnsystem entsteht dann der Höreindruck.

Weil das Trommelfell als Sensor mit dem Ohrsystem die Eigenschaften eines Schalldruckempfängers hat, beschreibt der Schalldruckpegel als Schallfeldgröße die Stärke des Höreindrucks am besten. Die Schallintensität  $J$  in  $\text{W/m}^2$  ist als Schallenergiegröße hingegen nicht geeignet, den Höreindruck zu beschreiben; aufgrund der komplexen Impedanz des Außen- und Mittelohres bei gleichem Schalldruckpegel. Gleiches gilt sinngemäß für die Schallschnelle.

Das menschliche Gehör vermag bereits eine äußerst geringe Schalleistung aufzunehmen. Der leiseste wahrnehmbare Schall erzeugt eine Leistung von weniger als 10–17 W im Innenohr. Innerhalb einer zehntel Sekunde, die das Ohr braucht, um dieses Signal in Nervenimpulse umzusetzen, wird durch eine Energie von etwa 10–18 Joule schon ein Sinneseindruck erzeugt. Daran wird deutlich, wie empfindlich dieses Sinnesorgan eigentlich ist. Die Schmerzgrenze liegt bei über 130 dB SPL, das ist mehr als der dreimillionenfache Schalldruck des kleinsten hörbaren ( $63,246:0,00002 = 3.162.300$ ). Vor allem das Innenohr und hier die Haarzellen und deren Stereozilien, nehmen bei hohem Schalldruck Schaden.

Beim Richtungshören und bei der Kopfhörer-Stereofonie spielen Laufzeitunterschiede und Pegelunterschiede zwischen beiden Ohren und somit auch der individuelle Ohrabstand eine gewisse Rolle, sowie spektrale Eigenschaften der Ohrsignale. (Info: Wikipedia)

### 1.3 Das Zuhören und das damit verbundene Verstehen

Miteinander reden ist schwierig. Nicht nur, weil wir Mühe haben, das zu sagen, was wir meinen, sondern auch deshalb, weil wir eben nur miteinander reden und nicht aufeinander hören. Das Hören wird viel zu oft vernachlässigt. Es gibt einen Unterschied zwischen Hören, Hinhören und Zuhören.

#### Hören

Hören heißt zum Beispiel, mit sich selber beschäftigt zu sein, nur sporadisch aufzumerken und einem Gespräch nur solange zu folgen, bis selbst geredet werden kann.

#### Hinhören

Hinhören heißt: Aufnehmen was die andere Person sagt, ohne sich zu bemühen herauszufinden, was der andere meint oder sagen will.

#### Zuhören

Zuhören heißt, sich in den Redner hineinzusetzen, ihm volle Aufmerksamkeit zu schenken und dabei nicht nur auf den Inhalt, sondern auch auf Zwischentöne zu achten.

#### Fazit: Jedes Zuhören ist anstrengend und schwierig!

Zuhören ist demnach ein komplexer Prozess in mehreren Schritten. Zuhören setzt voraus, dass der Zuhörer überhaupt etwas erfahren will. Wenn ein Mensch nichts wissen will, wird er sich nicht anstrengen, einer Sache konzentriert zuzuhören. Zuhören verlangt, dass Sie Ihre Konzentration aktiv auf ein Thema lenken, dass Sie zu diesem Thema Fragen haben, neugierig sind oder einfach merken, dass es spannend sein kann, sich damit zu befassen.

Zuhören bedeutet weiter, dass Sie aufnehmen, was mitgeteilt wird. Die Mitteilung kommt in aller Regel auf mehreren Kanälen und mit vielen Signalen an: Sie hören, was jemand sagt, aber Sie sehen auch die Mimik und Gestik der Person, Sie hören den Tonfall und die Stimme. Auch darin offenbaren sich dem Zuhörer Mitteilungen, denn man erfährt etwas über die Gefühle, die Einstellungen oder Befindlichkeiten des Sprechers.

Um etwas aufzunehmen, müssen Sie natürlich auch in der Lage sein, die Worte zu verstehen und die ausgedrückten Emotionen zu deuten. Der Zuhörer schaltet sofort ab, wenn er nichts oder nur teilweise versteht und die Emotionen nicht mehr hörbar sind. Also dann, wenn die Beschallungsanlage schlecht und unprofessionell geplant und realisiert wurde bzw. im schlimmsten Fall gar nicht vorhanden ist.

### „Nicht mehr Zuhören“ ist für jeden, der etwas mitteilen möchte oder muss extrem Fatal!

1. Ein begeisterter Fan eines bekannten Buchautors kauft sich eine Eintrittskarte für die nächste Vorlesung in der Stadthalle. Alle Voraussetzungen für ein relativ einfaches Zuhören sind gegeben. Der Zuhörer ist bereit zuzuhören, er möchte verstehen und wenn nun die integrierte Beschallungsanlage nicht in der Lage ist, dies auch an jedem Platz innerhalb der Halle zu garantieren, dann ist diese Veranstaltung sowohl für den Autor als auch für den zahlenden Fan ein Desaster.
2. Ein Chef möchte seine Mitarbeiter auf ein neues Projekt vorbereitet. Es geht um viel Geld und um viele potentielle Fehler, die dabei gemacht werden können. Er möchte dies innerhalb einer internen Tagung mit den Mitarbeitern besprechen und diese so instruieren. Doch nun ist die Beschallungsanlage dem überhaupt nicht gewachsen. Die Emotionen und wichtigen Dinge der Ansprache verschwinden im einerlei Gerede und langweiligen den Mitarbeiter nur. Die „Resultate“ werden später schnell und deutlich erkennbar sein - sowohl für den Chef als auch für seine Mitarbeiter.
3. In der Schule verschwinden die Schüler gerne in die letzte Schulbank. Weit weg von der Schallquelle des Lehrkörpers und damit reduziert sich das Zuhören schnell auf ein Minimum. Dem soll heute mit Gruppenarbeit entgegengewirkt werden. Doch die Realität sieht da anders aus: Durch die Gruppenarbeit wird der Gesamtlärm innerhalb der Klasse noch verstärkt und die Konzentration auf das gesprochene Wort des Lehrers lässt nochmals deutlich ab. Schüler müssen unabhängig davon wo sie sitzen, immer alles zu 100% verstehen können, denn nur so kann Bildung funktionieren. Leider finden wir in deutschen Klassenräumen fast gar keine Beschallungsanlagen aber viele Lehrer, die sich genau über diese beschriebene Ist-Situationen beschweren!

## 1.4 Der Unterhaltungs- und Erlebniswert einer Beschallungsanlage

Eine gute Beschallungsanlage ist wichtig für den perfekten Unterhaltungswert. Viele Hotels, Gaststätten, Lounges und Bars werden mit allen fünf Sinnen erfasst und danach auch beurteilt! Umso merkwürdiger erscheint es heute, dass wir immer noch Projekte sehen in denen unter Missachtung jeder akustischen und baulichen Gegebenheiten ungeeignete Lautsprecher verwendet werden.

Heutige Museen sind nicht nur Bildungseinrichtungen, sondern Erlebnistempel. Doch stellen wir uns das perfekte Museum ohne oder mit schlechtem Ton vor. Die perfekte Darstellung der Ausstellungsstücke und damit der resultierende Erlebniswert werden dadurch geschmälert, denn Sehen und Hören bedeutet nicht  $1 + 1 = 2$ , sondern 11! Die Gestaltung eines modernen Museums darf heute nicht mehr nur auf das visuelle Gestaltungsbild reduziert werden!



## 1.5 Die Umsatzsteigerung im Einzelhandel durch ein perfektes Beschallungssystem

Wie auch bei vielen anderen Projekten wird auch beim Design eines Einzelhandels oft nur auf die visuelle Gestaltung geachtet und der Sound vernachlässigt. Die Forschung hat allerdings ergeben, dass durch eine ausgewogene und abgestimmte Beschallung (auch bzgl. Inhalt) der Umsatz um bis zu 38% gesteigert werden kann. Ein Einkauf wird erst dann für den Händler zum Erfolg, wenn sich der Kunde richtig wohlfühlt.

Die Kombination eines hochwertigen innenarchitektonischen Designs und einer professionellen Beschallungsanlage machen Shop-Besucher schließlich auch zu Käufern!

## 2.0 Für die Planung eines Projektes sollte immer gelten: „Erlebnis vor Erscheinungsbild!“

### Fazit für die Auswahl des richtigen Beschallungssystems:

1. Immer das hochwertigste System auswählen, dass das Budget hergibt!
2. Die Qualität des Beschallungssystems immer an die geforderte Qualität des gesamten Projektes angleichen. Also keine schlechten und billigen Deckenlautsprecher für den Einsatz in einem 4 Sterne-Hotel oder in einer edlen Designer-Boutique verwenden!
3. Die Beschallung soll qualitativ und quantitativ an jeder Stelle des Projektes gleich sein!
4. Es sollten genauso viele Lautsprecher installiert werden, wie sie für eine gleichmäßige Schallabdeckung notwendig sind!
5. Bei Bedarf sollten die Umgebungsgeräusche überwacht werden und analog dazu der Pegel der Beschallungsanlage automatisch angeglichen werden!
6. Hochwertige Lautsprechersysteme übertragen auch die zur Verständlichkeit notwendigen Obertöne. Die resultierende Beschallungsanlage kann dann mit weniger Pegel betrieben werden und wirkt auf dem Zuhörer deutlich angenehmer!
7. Für jedes Projekt sollten so viele unterschiedliche/individuelle Zonen kreiert werden wie nur eben möglich. Nur so behält jedes Beschallungssystem die maximale Flexibilität.
8. Last but not least sollte das Quellensignal ebenfalls von hoher Qualität sein. Bei den heutigen – und immer noch sinkenden – niedrigen Speicherkosten ist Musik im MP3-Format mit 64 kBps eigentlich unverantwortlich!

## 3.0 Die Audiocenter PF+ Serie

### 3.1 Die wichtigsten Eigenschaften der PF+ Fullrange-Modelle

- jedes Modell der PF+ Fullrange-Serie wird mit einem speziell modifizierten Fital- und/oder Beyma-Treiber angetrieben.
- Das speziell für Audiocenter entwickelte HF-Horn-Design der PF+ Fullrange-Systeme überzeugt durch eine gleichmäßige und ausgewogene Schallverteilung im vorgegebenen Abstrahlwinkel und sorgt somit für ein aussagekräftiges HF-Signal mit äußerst geringen Verzerrungen – auch bei sehr hohen Schalldruckpegeln. Dabei ist jedes Horn so konzipiert, dass es im Bedarfsfalle um 90° gedreht und so das resultierende Abstrahlverhalten individuell angepasst werden kann.
- Hochwertige und speziell ausgewählte, kundenspezifisch gefertigte Metall-Widerstände sowie eine solide Handarbeit stellen die Basis für das sogenannte Smart Crossover Frequenzweichen-Design. Es steht für höchsten Wirkungsgrad mit optimaler Frequenzüberlappung und Zeitkorrektur. Es sichert so den höchsten Schalldruck bei Alarmpegeln und einen hohen Freiheitsgrad für die tonale Abstimmung des gesamten Lautsprechersystems.
- Die 10“, 12“ und 15“ Fullrange-Systeme der Audiocenter PF+ Serie bieten neben der passi-



Seit der Gründung von Fital 1958 hat sich dieses Unternehmen darauf spezialisiert, Lautsprechertreiber von hoher Qualität zu konzipieren und zu entwickeln. Bereits in den frühen 60er Jahren deckte Fital 40% des gesamten italienischen Bedarfs an hochwertigen Lautsprechern. Fital wuchs und ist heute einer der größten europäischen Lautsprecherproduzenten.



Beyma ist ein Traditionshersteller von hochwertigen Komponenten für den Bau von professionellen Beschallungsanlagen mit dem Firmensitz in Spanien. Seit Jahrzehnten gehört dieses Unternehmen zur Weltspitze wenn es um die Entwicklung und Produktion von Lautsprechertreibern geht.

ven Betriebsart auch die Möglichkeit auf den sogenannten Bi-Amp Mode umzuschalten. So kann jeder einzelne Treiber mit einer eigenen Endstufe angesteuert werden. Vorteile sind der Leistungszuwachs bzw. die Leistungsreserve durch die Verwendung eines zusätzlichen Endstufenkanals pro Lautsprecherbox sowie die Optimierung der Filter-Verstärker-Lautsprecher-Kombination auf den jeweils festgelegten Frequenzbereich.

- Audiocenter bietet auf alle Systeme der PF+ Serie (ausgenommen sind Elektronik und typische Verschleißteile) eine erweiterte Garantie von fünf Jahren.



**CUSTOMIZED**  
ProDriver

**DMF**<sup>TM</sup> Composite  
Material Horn Design

Smart  
Crossover  
Design

**BI-AMP**  
**MODE**

5  
Jahre Garantie

### 3.2 Die Modelle der passiven Audiocenter PF+ Serie

#### 3.2.1 Die Fullrange-Systeme oder auch Topteile genannt

##### Audiocenter PF6+

- Kompaktes, passives 2-Weg-Systeme mit hoher Belastbarkeit
- 6" Faisal LF-Treiber mit 1,26" Schwingspule und 1" Beyma HF-Treiber auf einem 80° x 70° Horn
- Eingangsimpedanz von 8 Ohm
- Empfindlichkeit von 91 dB (1 W/1 m)
- max. SPL von 118 dB (1 m)
- Übertragungsbereich von 63 Hz bis 20 kHz (+/-3 dB)
- hohe Silbenverständlichkeit
- wenig resultierende Verzerrungen auch bei hohen Pegeln
- geeignet für jede Hintergrund-Beschallung, als dezentraler (Stütz-) Lautsprecher, in Kombination mit einem Subwoofer auch als leistungsstarkes Satteliten-System, für jede A/V-Applikation
- benötigte Verstärkerleistung: 150 Watt @ 8 Ohm
- Montagemöglichkeit: 7 x M8 Gewinde für optionale Flug-Ösen, 35 mm Stativflansch für Universal-Wandhalterung, Standard Lautsprecherstative oder Trennstangen.



**Hinweis:** An einer t&mSystems SA20 (19"/1HE) kann je Kanal eine PF6+ angesteuert werden. Bei Verwendung einer t&mSystems SA40 (19"/2HE) können je Kanal bereits mindestens zwei PF6+ - also insgesamt vier Systeme - betrieben werden.

## Audiocenter PF8+

- Kompaktes, passives 2-Weg-Systeme mit hoher Belastbarkeit
- 8" Beyma LF-Treiber 1,26" Schwingspule und 1" Beyma HF-Treiber auf einem 80° x 70° Horn
- Eingangsimpedanz von 8 Ohm
- Empfindlichkeit von 94 dB (1 W/1 m)
- max. SPL von 124 dB (1 m)
- Übertragungsbereich von 60 Hz bis 20 kHz (+/-3 dB)
- hohe Silbenverständlichkeit
- wenig resultierende Verzerrungen auch bei hohen Pegeln
- geeignet für jede Hintergrund-Beschallung, als dezentraler Lautsprecher, in Kombination mit einem Subwoofer auch als leistungsstarkes Satteliten-System, für jede A/V-Applikation
- benötigte Verstärkerleistung: 250 Watt @ 8 Ohm
- Montagemöglichkeit: 7 x M8 Gewinde für optionale Flug-Ösen, 35 mm Stativflansch für Universal-Wandhalterung, Standard Lautsprecherstative oder Trennstangen.



## Audiocenter PF26+

- Kompaktes, passives 2-Weg-Systeme mit hoher Belastbarkeit
- 2 x 6" Faital LF/MF-Treiber mit jeweils 1,26" Schwingspule und 1" Beyma HF-Treiber auf einem 80° x 70° Horn
- Eingangsimpedanz von 4 Ohm
- Empfindlichkeit von 94 dB (1 W/1 m)
- max. SPL von 124 dB (1 m)
- Übertragungsbereich von 63 Hz bis 20 kHz (+/-3 dB)
- hohe Silbenverständlichkeit, natürlicher Klang
- wenig resultierende Verzerrungen auch bei hohen Pegeln
- geeignet für jede Hintergrund-Beschallung, als dezentraler Lautsprecher, in Kombination mit einem Subwoofer auch als leistungsstarkes Satteliten-System, für jede A/V-Applikation
- benötigte Verstärkerleistung: 300 Watt @ 4 Ohm
- Montagemöglichkeit: 7 x M8 Gewinde für optionale Flug-Ösen, 35 mm Stativflansch für Universal-Wandhalterung, Standard Lautsprecherstative oder Trennstangen.



**Hinweis:** die Montage der PF+ Systeme mittels Flug-Ösen ist denkbar einfach. Je nach Wunsch können für die vertikale oder horizontale Montage des Lautsprechers die entsprechenden Gewinde ausgewählt werden. Je auf der Ober-, Unterseite sowie an den Seiten stehen M8-Gewinde zur Verfügung. Die dort montierte Schraube wird mit Hilfe eines Inbusschlüssels entfernt und die M8 Flug-Öse entsprechend hinein gedreht.

Ein großer Vorteil dieser Lautsprechermontageart ist das keine beweglichen Teile zum Einsatz kommen. Ist die Flug-Öse fest angedreht gilt sie als nebengeräuschfrei und dennoch kann sie bei der Montage noch ausgerichtet werden. Ein Herausdrehen ist ebenfalls nicht möglich, da sich in der Öse die Ringschleife des Sicherungsseils (Safety) befindet. Bitte bei der Verwendung von Sicherungsseilen die dort genannte Belastung beachten und auf das Gesamtgewicht des Lautsprechers beziehen.



**Beispiel:** Die Montage einer PF8+ mit insgesamt drei Sicherungsseilen. Das Gesamtgewicht der PF8+ beträgt 11.5 kg. Aus Sicherheitsgründen runden wir diesen Betrag auf 12 kg auf. Folgende Fangseile stehen zur Verfügung:

1. Safety Nr. 1 (60 cm lang, 2 mm Seildurchmesser, max. Belastbarkeit 2,5 kg) – nicht nutzbar
2. Safety Nr. 2 (60 cm lang, 3 mm Seildurchmesser, max. Belastbarkeit 5 kg) – nutzbar
3. Safety Nr. 3 (80 cm lang, 4 mm Seildurchmesser, max. Belastbarkeit 15 kg) – nutzbar

### Audiocenter PF10+

- Kompaktes, passives 2-Weg-Systeme mit hoher Belastbarkeit
- 10" Faltal LF-Treiber mit 2" Schwingspule und 1" Beyma HF-Treiber auf einem 90° x 60° Horn
- Eingangsimpedanz von 8 Ohm
- Empfindlichkeit von 95,5 dB (1 W/1 m)
- max. SPL von 125,5 dB (1 m)
- Übertragungsbereich von 60 Hz bis 19 kHz (+/-3 dB)
- Bi-Amp ansteuerbar
- Multifunktionsgehäuse mit 45° Monitorstellwinkel
- geeignet annähernd für jede kleine bis mittlere Beschallung, als dezentraler Lautsprecher, in Kombination mit einem Subwoofer auch als leistungsstarkes Satteliten-System, für jede A/V-Applikation
- benötigte Verstärkerleistung: 350 Watt @ 8 Ohm
- Montagemöglichkeit: 13 x M8 Gewinde für optionale Flug-Ösen, 35 mm Stativflansch für Universal-Wandhalterung, optionale U-Bügel für vertikale oder horizontale Montage, 35 mm Flansch für Standard Lautsprecherstative oder Trennstangen



**Hinweis:** Die Empfindlichkeit oder auch Sensitivity eines Lautsprechers wird bei einer Entfernung von einem Meter und einer zugeführten Leistung von einem Watt in Hauptabstrahlrichtung (auf Achse) ermittelt. Die maximale SPL wird bei max. zugeführter Leistung und einem Abstand von einem Meter gemessen.

Mit Kenntnis der Empfindlichkeit kann gemäß des Abstandgesetzes der Schalldruck des Direktschallfeldes in beliebiger Entfernung bestimmt werden – pro Entfernungsverdopplung nimmt der Schalldruckpegel um 6 dB ab.

Andererseits kann dadurch auch bestimmt werden, wie groß der erzeugte Direktschallpegel bei einer bestimmten zugeführten elektrischen Leistung ist – pro Leistungsverdopplung nimmt der Schalldruck um 3 dB zu!

**Beispiel:** Wie ermittelt man den resultierenden Schalldruck an einem Zuhörerplatz am Beispiel der PF10+ in einer Entfernung von 16 m und einer zugeführten Leistung von 128 Watt? Mit Hilfe der folgenden Gesetzmäßigkeiten lässt sich dieser Wert schnell und einfach ermitteln:

**-6 dB bei Entfernungsverdopplung  
+3 dB wenn die zugeführte  
Leistung verdoppelt wird**

Erhöhung der Leistung (+3 dB). Aus den technischen Daten ergibt sich der erste Wert:

- 95,5 dB bei 1 W/1 m
- 98,5 dB bei 2 W/1 m
- 101,5 dB bei 4 W/1 m
- 104,5 dB bei 8 W/1 m
- 107,5 dB bei 16 W/1 m
- 110,5 dB bei 32 W/1 m
- 113,5 dB bei 64 W/1 m
- 116,5 dB bei 128 W/1 m

Verdopplung der Distanz (-6 dB):

- 116,5 dB bei 128 W/1 m
- 110,5 dB bei 128 W/2 m
- 104,5 dB bei 128 W/4 m
- 98,5 dB bei 128 W/8 m
- 92,5 dB bei 128 W/16 m

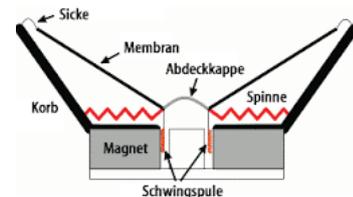
So ist auf einer Distanz von 16 m und einer zugeführten Leistung von 128 W ein Schalldruck von 92,5 dB zu erwarten. Dieser Schalldruckpegel entspricht in etwa die Lautstärke eines Dieselmotors auf einer Entfernung von ca. 5 m und garantiert eine ausreichende Verständlichkeit bei normalen Umgebungsgeräuschpegeln.

## Audiocenter PF12+

- Kompaktes, passives 2-Weg-Systeme mit hoher Belastbarkeit
- 12" Faisal LF-Treiber 3" Schwingspule und 1" Beyma HF-Treiber auf einem 90° x 60° Horn
- Eingangsimpedanz von 8 Ohm
- Empfindlichkeit von 97 dB (1 W/1 m)
- max. SPL von 129 dB (1 m)
- Übertragungsbereich von 55 Hz bis 18 kHz (+/-3 dB)
- Bi-Amp ansteuerbar
- Multifunktionsgehäuse mit 45° Monitorstellwinkel
- geeignet annähernd für jede mittlere Beschallung, als dezentraler Lautsprecher, in Kombination mit einem Subwoofer auch als leistungsstarkes Satteliten-System, für jede A/V-Applikation
- benötigte Verstärkerleistung: 600 Watt @ 8 Ohm
- Montagemöglichkeit: 13 x M8 Gewinde für optionale Flug-Ösen, 35 mm Stativflansch für Universal-Wandhalterung, optionale U-Bügel für vertikale oder horizontale Montage, 35 mm Flansch für Standard Lautsprecherstative oder Trennstangen.



**Hinweis:** 12" Lautsprecher ist nicht gleich 12" Lautsprecher! Auf Grund dieser Tatsache findet man bei allen technischen Daten des Herstellers Audiocenter nicht nur die Membrangröße (hier z.B. 12"), sondern zusätzlich noch die Größe der Schwingspule. Die Qualität des Antriebs hängt vor allem von der Größe der Spule ab aber auch von der Stärke und Reichweite des Magnetfeldes.



## Audiocenter PF15+

- Kompaktes, passives 2-Weg-Systeme mit hoher Belastbarkeit
- 15" Faisal LF-Treiber 3" Schwingspule und 1" Beyma HF-Treiber auf einem 90° x 60° Horn
- Eingangsimpedanz von 8 Ohm
- Empfindlichkeit von 98 dB (1 W/1 m)
- max. SPL von 130 dB (1 m)
- Übertragungsbereich von 55 Hz bis 19 kHz (+/-3 dB)
- Bi-Amp ansteuerbar
- Multifunktionsgehäuse mit 45° Monitorstellwinkel
- geeignet annähernd für jede mittlere bis große Beschallung, als dezentraler Lautsprecher, in Kombination mit einem Subwoofer auch als leistungsstarkes Satteliten-System, für jede A/V-Applikation
- benötigte Verstärkerleistung: 600 Watt @ 8 Ohm
- Montagemöglichkeit: 13 x M8 Gewinde für optionale Flug-Ösen, 35 mm Stativflansch für Universal-Wandhalterung, optionale U-Bügel für vertikale oder horizontale Montage, 35 mm Flansch für Standard Lautsprecherstative oder Trennstangen.



### 3.2.2 Die Subwoofer-Modelle der PF+ Serie

Die PFB+ Modelle sind die Bassergänzungen zu den Fullrange-Lautsprechern der PF+ Serie. Es sind vergleichsweise kleine und kompakte Gehäuse gepaart mit einem sehr unauffälligen Design und machen diese Systeme geradezu prädestiniert für den Einsatz in jede Festinstallation. Bestückt sind die Subwoofer mit professionellen Langhub-Lautsprecher-Chassis in einem Bass-Reflex-Gehäuse-Design. Die Konstruktion wurde mit Hinblick auf minimale Größe bei maximaler Ausgangsleistung entwickelt.

Kombinationsmöglichkeiten Fullrange/Subwoofer der PF+ Serie						
	PF110B+	PF112B+	PF115B+	PF118B+	PF215B+	PF218B+
PF6+	x	x	x	-	-	-
PF8+	x	x	x	-	-	-
PF26+	x	x	x	-	-	-
PF10+	-	x	x	x	-	-
PF12+	-	-	x	x	x	x
PF15+	-	-	-	x	x	x



### 4.0 Die aktive Lautsprecherserie TS von Audiocenter

Aktivbox oder Aktivlautsprecher bezeichnet eine integrierte Einheit aus Lautsprecher und Verstärker in einem Gehäuse (der eigentlichen Box). Im Gegensatz dazu ist eine Passivbox, die keinen Verstärker enthält.

Im ursprünglichen Sinne wurden mit Aktivbox Lautsprechersysteme bezeichnet, die mit aktiven Frequenzweichen, mehreren externen oder auch internen Verstärkern und Lautsprecherboxen ausgestattet sind. Ein in die Boxen integrierter Verstärker ist in diesem ursprünglichen Sinn nicht nötig. Deshalb ist genau genommen die Bezeichnung „selfpowered“ die eindeutigere für eine Lautsprecherbox mit integrierter Endstufe.

Die TS-Serie von Audiocenter verfügt nicht nur über ein integriertes Endstufenmodul, sondern über zwei Endstufen (eine Endstufe je Treiber) und zusätzlich noch über einen kleinen Mischer sowie einen zusätzlichen DSP.

Alle Topteile der TS-Serie sind mit zwei hochwertigen Endstufen ausgestattet. Für den LF-Bereich kommt eine leichtgewichtige Class-D Endstufe und für die HF-Sektion eine Class A/B-Endstufe zum Einsatz. Dieses Bi-Amp Konzept garantiert eine perfekte Signaltrennung zwischen HF- und



LF-Signalanteilen, eine individuelle Anpassung der Treiberkomponenten sowie eine erhöhte Systemkontrolle.

Parallel dazu verfügt jedes System der TS-Serie über einen integrierten DSP mit jeweils fünf voreingestellte Speicherplätze für die Fullrange-Systeme und drei für die Subwoofer-Modelle. Eine einfache Menüführung und ein bei Bedarf aktivierbarer Passwortschutz machen die TS-Modelle zu echten Multitalenten.

Der eingebaute digitale Signalprozessor erfüllt dabei eine Vielzahl unterschiedlicher Funktionen. Er stellt unzählige Filter bereit, übernimmt die Funktion einer aktiven Frequenzweiche und obendrein noch Schalt- und Steuerfunktionen. Ist das Signal erst einmal digitalisiert, kann es ohne Klangeinbußen beliebig bearbeitet werden, denn jeder Filter und jede Steuerfunktion ist dann nur noch eine „Rechenaufgabe“, die mit hoher Taktfrequenz abgearbeitet wird.

Hochauflösende A/D und D/A-Wandler sind beim verwendeten DSP-Chip bereits On-Board. Die internen Signalwege sind also entsprechend kurz und spiegeln sich in einer herausragenden resultierenden Audioqualität wieder.

Bei Bedarf kann für die TS-Systeme und mit Hilfe des internen DSPs eine Standby-Funktion aktiviert werden. So schaltet das System wahlweise nach 2, 5 oder 15 Minuten in den Standby-Mode und spart somit kostbare Energie und damit Geld. Der kleine und bereits schon integrierte Mischer der Fullrange-Systeme bietet einen Line-A Input über Neutrik XLR/Combo-Buchse (umschaltbar zwischen Mikrofon- und Line-Pegel), Line-B Input ebenfalls über Neutrik XLR/Klinke Combo-Buchse (nur für Line-Pegel geeignet) sowie einen Stereo-Cinch Anschluss als zusätzlichen AUX-In.

In der Ausgangssection findet man einen Line B-Ausgang über Neutrik XLR-male sowie einen Mix Ausgang A oder Line A-Ausgang (umschaltbar) ebenfalls als Neutrik XLR-male Anschluss.

## 4.1 Die Modellübersicht der Audiocenter TS-Serie

### Audiocenter TS08

- kompakter, selfpowered 2-Weg Lautsprecher mit integriertem DSP
- 8" Custom Beyma LF-Treiber mit 2" Schwing-spule und 1" Custom Beyma HF-Treiber
- 90° x 60° Abstrahlverhalten, um 90° drehbares Horn für vertikale oder horizontale Montage
- 60 Hz bis 20 kHz (+/-3 dB)
- Empfindlichkeit von 95 dB (1 W/1 m)
- max. SPL von 127 dB (1 m)
- Leistungsabgabe von 1.200 Watt, HF-Treiber – Class A/B und LF-Treiber – Class D
- Montagemöglichkeit über 2 x M8 Gewinde auf der Oberseite und 4 x M8 Gewinde auf jeder Seite, integrierter 35 mm Flansch (Double-Pole mit 0° und 10° Neigung), optional erhältliche Ü-Bügel für vertikale und horizontale Montage



### Audiocenter TS10

- kompakter, selfpowered 2-Weg Lautsprecher mit integriertem DSP
- 10" Custom Beyma LF-Treiber mit 2" Schwin-spule und 1" Custom Beyma HF-Treiber
- 90° x 60° Abstrahlverhalten, um 90° drehbares Horn für vertikale oder horizontale Montage
- 55 Hz bis 20 kHz (+/-3 dB)
- Empfindlichkeit von 96 dB (1 W/1 m)
- max. SPL von 129 dB (1 m)
- Leistungsabgabe von 1.200 Watt, HF-Treiber – Class A/B und LF-Treiber – Class D
- Montagemöglichkeit über 2 x M8 Gewinde auf der Oberseite und 4 x M8 Gewinde auf jeder Seite, integrierter 35 mm Flansch (Double-Pole mit 0° und 10° Neigung), optional erhältliche Ü-Bügel für vertikale und horizontale Montage



### Audiocenter TS12

- kompakter, selfpowered 2-Weg Lautsprecher mit integriertem DSP
- 12" Custom Beyma LF-Treiber mit 3" Schwingspule und 1" Custom Beyma HF-Treiber
- 90° x 60° Abstrahlverhalten, um 90° drehbares Horn für vertikale oder horizontale Montage
- 60 Hz bis 20 kHz (+/-3 dB)
- Empfindlichkeit von 98 dB (1 W/1 m)
- max. SPL von 131 dB (1 m)
- Leistungsabgabe von 1.200 Watt, HF-Treiber – Class A/B und LF-Treiber – Class D
- Montagemöglichkeit über 2 x M8 Gewinde auf der Oberseite und 4 x M8 Gewinde auf jeder Seite, integrierter 35 mm Flansch (Double-Pole mit 0° und 10° Neigung), optional erhältliche Ü-Bügel für vertikale und horizontale Montage



### Audiocenter TS15

- kompakter, selfpowered 2-Weg Lautsprecher mit integriertem DSP
- 15" Custom Beyma LF-Treiber mit 3" Schwingspule und 1" Custom Beyma HF-Treiber
- 90° x 60° Abstrahlverhalten, um 90° drehbares Horn für vertikale oder horizontale Montage
- 40 Hz bis 20 kHz (+/-3 dB)
- Empfindlichkeit von 99 dB (1 W/1 m)
- max. SPL von 133 dB (1 m)
- Leistungsabgabe von 1.200 Watt, HF-Treiber – Class A/B und LF-Treiber – Class D
- Montagemöglichkeit über 2 x M8 Gewinde auf der Oberseite und 4 x M8 Gewinde auf jeder Seite, integrierter 35 mm Flansch (Double-Pole mit 0° und 10° Neigung), optional erhältliche Ü-Bügel für vertikale und horizontale Montage



#### Kombinationsmöglichkeiten Fullrange/Subwoofer der TS-Serie

	TS-112SW	TS-118SW	TS-212SW
TS08	x	-	-
TS10	x	x	-
TS12	-	x	x
TS15	-	x	x



## 5.0 Aktiv- oder doch lieber Passivlautsprecher?

### 5.1 Die generelle Ausgangslage

Der Lautsprecher ist eines der wichtigsten Elemente einer jeden noch so komplexen Beschallungsanlage. Der klangliche Einfluss ist von keinem anderen Bestandteil der Beschallungsanlage so groß, wie der des letztendlich verwendeten Lautsprechers.

Der Lautsprecher ist in der Regel maßgeblich verantwortlich für die resultierende Audioqualität! Obwohl die äußeren Unterschiede zwischen einer aktiven Lautsprecherbox und einem Passivlautsprecher eher gering sind gibt es doch prinzipielle Unterschiede, die letztendlich Entscheidungsfaktoren für oder gegen den Einsatz eines Aktiv- oder Passivlautsprechers sein werden!



### 5.2 Passive Lautsprechersysteme

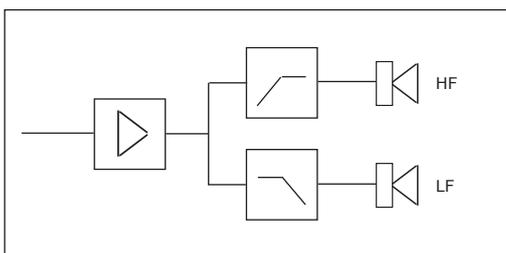
Bei passiven Lautsprechersystemen wird das für die Umwandlung in Schallwellen viel zu schwache Audioquellsignal in einem externen Verstärker verstärkt. Das bedeutet, dass das den Lautsprecher erreichende Audiosignal bereits um ein Vielfaches verstärkt worden ist. Im Lautsprecher trifft das verstärkte Signal dann auf die Frequenzweiche, die das Signal in die einzelnen Frequenzbereiche (HF, LF) auftrennt und an die letztendlich eingebauten Treiber weiterleitet.

Damit die integrierte Frequenzweiche das verstärkte Signal verarbeiten kann, bedarf es massive Bauteile auf der Weiche wie z.B. Widerstände, Spulen oder Kondensatoren. Trifft ein verstärktes Audiosignal auf starke und voluminöse Bauteile, dann wird das resultierende Signal stark beeinflusst und damit im schlimmsten Fall verfälscht.

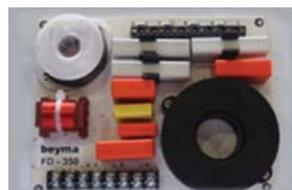
ragende Dämpfungsfaktoren, die jedoch durch die passive Weiche um ein Vielfaches verschlechtert werden.

Bei passiven Systemen liegt die Frequenzweiche zwischen Verstärker und Lautsprecher-Chassis und bedingt unweigerlich einen Verlust an Präzision. Resultierend kann der Verstärker die Lautsprechermembran weitaus schlechter kontrollieren.

Die hochwertigsten derzeit verfügbaren passiven Frequenzweichen können diesen Signalverlust zwar begrenzen, doch nie ganz vermeiden. Auch die besten Passivweichen vermindern unumgänglich den Dämpfungsfaktor des Leistungsverstärkers um ein Vielfaches.



Schematische Darstellung des Signalverlaufs einer passiven 2-Weg Lautsprecherbox



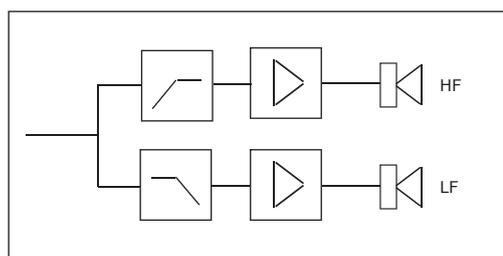
Standard Frequenzweiche von Beyma

Ein wichtiger spezifischer Verlust, der durch passive Weichen entsteht, bezieht sich auf den so genannten Dämpfungsfaktor. Der Dämpfungsfaktor gibt an, wie genau ein Verstärker die Bewegung eines Chassis bzw. einer Membran kontrollieren kann. Ein schlechter Dämpfungsfaktor bedeutet, dass der Verstärker die Nachschwingungen der Membran nicht präzise steuern kann, wodurch Klangverzerrungen entstehen. Qualitativ hochwertige Leistungsverstärker erreichen heute hervor-

### 5.3 Aktivlautsprecher

Die elektronische Frequenzweiche aktiver Lautsprechersysteme bekommt das noch unverstärkte Signal der Originalquelle und benötigt deshalb nur kleine und nicht so massive Bauteile, wie es in der passiven Frequenzweiche von Nöten ist.

Weil das Quellensignal schwach ist und die Bauteile der Weiche dem Signal keine nennenswerten Widerstände entgegensetzen, kann es elektronisch nahezu ohne Beeinträchtigung aufgespalten werden. Dann erst geht es an den jeweiligen Leistungsverstärker und von dort aus an den einzelnen Lautsprecher, der also ein so gut wie verlustfreies Signal enthält.



Schematische Darstellung des Signalverlaufs einer aktiven 2-Weg Lautsprecherbox

Es wird also jeder einzelne Lautsprecher von einer eigenen Endstufe betrieben. Die verlustfreie Signalverarbeitung und die direkte Kopplung von Lautsprechertreiber und Verstärker haben einen größtmöglichen Dämpfungsfaktor zur Folge, d.h., dass die optimale Kontrolle des Verstärkers über den jeweiligen Lautsprecher somit garantiert ist.

Auf Grund neuester Endstufentechnik ist der Nachteil einer zu großen Wärmeentwicklung durch die integrierte Endstufe innerhalb des Lautsprechergehäuses heute kein großes Problem mehr. Die aktuellsten Endstufen-Entwicklungen haben dieses noch in der Vergangenheit häufig auftretende Problem gut in den Griff bekommen.

### 5.4 Passiv oder aktiv?

Was ist vorzuziehen – ein aktives oder ein passives Lautsprechersystem? Diese Frage ist im Studiobereich längst und in aller Eindeutigkeit zugunsten der Aktivsysteme entschieden und stellt sich dort nicht mehr. Die Überlegenheit aktiver Systeme wurde nicht nur theoretisch nachgewiesen, sondern auch praktisch dargelegt.

Nichts desto trotz dominieren im Rental-Sektor und bei vielen Installationen noch immer passive Lautsprechersysteme – über die genauen Gründe dafür zu spekulieren ist müßig. Fraglos lassen sich mit Passiv-Systemen sehr gute klangliche Ergebnisse erzielen, wenn die verwendeten Komponenten von entsprechender Qualität sind. Letztendlich muss jeder für sich entscheiden, welche Variante für einem persönlich und bezogen auf die resultierende Anwendung nun die bessere ist.

### 6.0 Vertical Line Arrays

Bis vor einigen Jahren mussten sich Akustikplaner und Tontechniker bei großen Beschallungsapplikationen mit nicht zufriedenstellenden Kompromissen begnügen. Sperrige Lautsprecher-Cluster und -Stapel schaffen Mehrfachschallquellen, die im gesamten Fern- und Nahfeld ein Ton-Chaos verursachen, das durch eine Abnahme der Kohärenz vervielfacht wird.

Je größer und folglich halliger der Raum war, desto mehr Schallquellen wurden eingesetzt. Daraus folgte eine banale, nachvollziehbare Formel: Mehr Lautsprechersysteme, mehr Endstufen, mehr Kabel, mehr Zeit, mehr Personal = mehr Investition. Heutige Line-Array-Systeme erzeugen über eine weite Entfernung ein kohärentes Schallfeld, das die oben angesprochenen Probleme nicht kennt, und bieten eine Lösung für das an, was bis vor einigen Jahren als nicht machbar gegolten hat.

Eine konstante Tonqualität über einen immens großen Raum mit sehr geringen Schwankungen im Frequenzgang und Schall-druckverhalten. Warum ist das so?



## 6.1 Line Array - Ganz von Anfang an!

Ein französischer Kernphysiker mit dem Namen Heil entdeckte 1987, dass ein Zusammenhang zwischen der höchsten Frequenz, unterhalb der eine korrekte Kopplung zwischen Schallquellen hergestellt werden kann, und der tatsächlichen Größe, Form und dem Abstand der Schallquellen besteht. 1988 wurde das erste System, das dieses Phänomen demonstrieren sollte, auf einem Audiokongress vorgestellt. Bei diesem System wurde das Problem der Kopplung von hochfrequenten Schallquellen durch die vertikale Stapelung einzelner Quellen, wodurch sich eine lineare, isophasische und bandartige Wellenfront ergibt, gelöst.

Deshalb ließ sich eine virtuelle, vertikale Dauerbandquelle zustande bringen, deren Bestandteile einzelne Hochfrequenzquellen sind. Die hochfrequenten Kompressionstreiber wurden auf einem speziell konstruierten Waveguide installiert, der die abgegebene Leistung einer klassischen Kompressionskammer in eine virtuelle Bandquelle umwandelt. Bis heute gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten, diesen Waveguide oder Waverformer zu konzipieren. Es gibt, wie immer im Leben dabei gute und schlechte Lösungen!

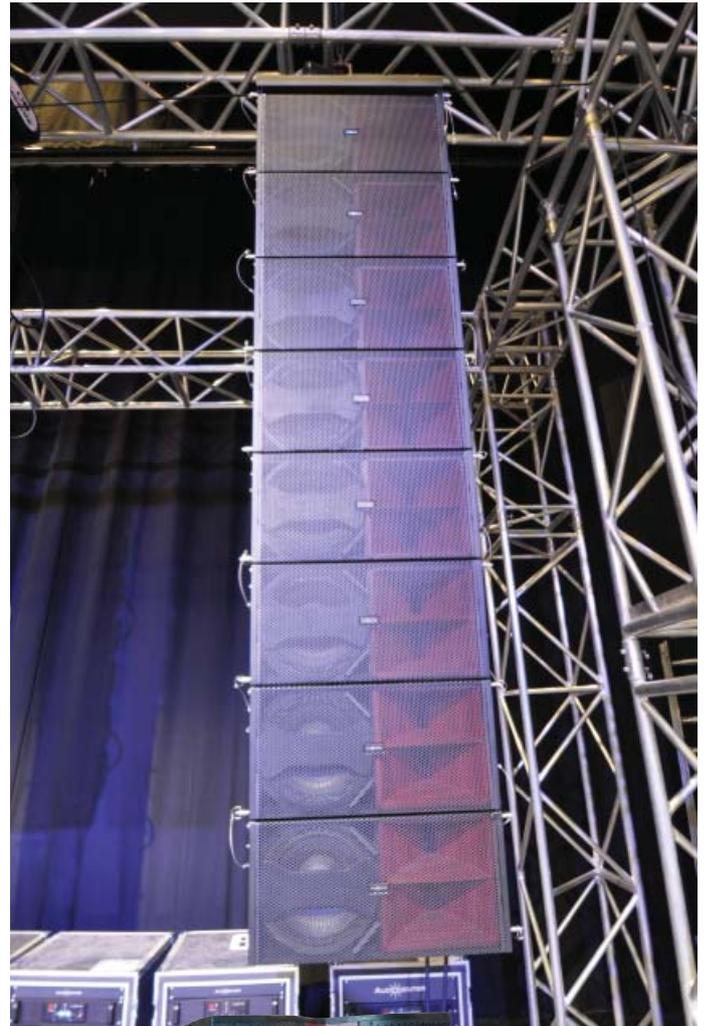
Audiocenter bietet für die V-HLA+ Systeme einen sogenannten T.A.C Waveformer. Dieser garantiert in Kombination mit dem Horn eine perfekte und phasenkohärente Abstrahlung. Dank dieses speziellen Waveformers mit unterschiedlichen Kammern, wird aus dem ursprünglichen Kugelstrahler (dem eigentlichen HF-Treiber) ein Linienstrahler - die technische Grundlage für eine perfekte Kopplung mehrerer Systeme.

Ein komplettes Audiocenter V-HLA+ System erzeugt durch diese technische Anordnung eine Zylinderwellenfront mit einem klaren Feld, das wie ein „Tortenstück“ bzw. ein „Keil“ geformt ist. Herkömmliche Lautsprecher erzeugen im Gegensatz zu Line-Arrays eine sphärische Kugelwellenfront. Das Abstrahlverhalten ist dabei abhängig vom Abstrahlwinkel des Horn - z.B. 90° x 45° (H x V).

### 6.1.1 Die perfekte Kopplung

Stellen wir uns eine Gruppe regelmäßig angeordneter Schallquellen vor, deren Abstand voneinander gleich dem Abstand zwischen den Zentren der beiden benachbarten Schallquellen ist, im Folgenden als „Stufe“ bezeichnet.

In der Theorie zeigt sich, dass wenn eine Wellenlänge abnimmt (d.h. die Frequenz zunimmt) und kleiner als die „Stufe“ wird, die Schallwellenausbreitung nicht mehr kohärent ist und der Pegel exponentiell mit der Frequenz abnimmt. Folglich gibt es eine theoretische Grenzfrequenz, jenseits



der das Array keine kohärente Quelle mehr ist.

In der Praxis lautet die Formel dazu:

$$F_{\text{Lim}} \text{ (kHz)} = 1 / (3 \times \text{Stufe (m)})$$

Unterhalb  $F_{\text{Lim}}$  kann das Array als eine Dauer-schallquelle angenommen werden, welche die Größe und die Form des Array hat. Dies erklärt die Grenzen bei der Kopplung herkömmlicher Systeme, und zwar sowohl von direktstrahlenden als auch von horngeladenen. Beispielsweise erzeugt

eine Array aus Trichtern mit einer Öffnungshöhe von 0,3 m eine Schallwelle, die kohärent ist bis  $F_{\text{Lim}} = 1/(3 \cdot 0,3) = 1,1 \text{ kHz}$ . Über 1,1 kHz hinaus erzeugt das Array also ein nicht kohärentes und ungleichmäßiges Frequenzspektrum, eine kippen- de tonale Balance, eine unkontrollierte Richtwirkung, eine begrenzte Reichweite und destruktive Interferenzmuster.

Um dennoch  $F_{\text{Lim}} = 16 \text{ kHz}$  zu erreichen, muss die „Stufe“ weniger als 0,02 m betragen. Diese Distanz von gerade einmal 2 cm zwischen den akustischen Zentren ist schon alleine aus mechanischen Gründen nicht realisierbar. Wenn wir die Möglichkeit hätten, Boxengruppen in einem großen Array so miteinander zu kombinieren, dass diese Quellen die Nachbarfelder nicht beeinträchtigen, würden wir eine Wellenfront in Form eines einzigen, horizontalen, kohärenten Bogens erzeugen - eine sogenannte Zylinder-Wellenfront.

Das Wesentliche beim Phänomen der Zylinderwellenfront ist die korrekte Kopplung der einzelnen Komponenten mit den Nachbarboxen. Ein ebenes und gerades Array von (N) identischen Schallquellen entspricht einer einzigen Schallquelle mit derselben Form, vorausgesetzt eine der nachstehenden Bedingungen ist erfüllt:

1. Die Wellenlänge ist größer als die Stufe des Arrays (1) (Stufe  $< f/3000$ ).
2. Der Füllfaktor des Array (unter der Annahme, dass jede Quelle linear und isophasisch ist) beträgt mehr als 80%. Das heißt, der Gesamtbereich der abstrahlenden Quellen sollte mindestens 80% des Gesamtbereichs des Array entsprechen.

Der Abstand zwischen den akustischen Zentren zweier Audiocenter V-HLA12+ Einheiten beträgt 0,46 m im Niederfrequenzbereich. Gemäß Kriterium 1. ist die Kopplung im Niederfrequenzbereich dann vollkommen, wenn sämtliche Frequenzen unter 724 Hz liegen. Die Kopplung der Hochfrequenzwellen und damit der bis dato nicht gelöste kohärenten Abstrahlung wird durch vertikales Ausrichten, also Kante an Kante, der beiden Ausgangsbereiche des T.A.C. Waveformers erreicht, wodurch eine bandartige, lineare, isophasische Wellenfront geschaffen und Kriterium 2. damit erfüllt wird.

## 6.2 Audiocenter Line-Arrays

Die Entscheidungskriterien für die Wahl eines Beschallungssystems sind bekanntermaßen sehr vielschichtig; neben der rein applikationsbezogenen, akustischen Prüfung sind im gleichen Maße weitere, gleichwichtige Faktoren Bestandteil dieser Überlegungen.

Hierzu kann man sicherlich die Bewertung einer optisch unauffälligen Integration zählen, gleich, ob es sich um ein festinstalliertes System oder um eine mobile Anwendung handelt. Insbesondere die Vertical Line Array-Systeme haben hier neue Maßstäbe bei der Projektierung von großen Installationsprojekten gesetzt.

Das Verhältnis zwischen benötigter akustischer Leistung respektive Abdeckung der Hörerfläche einerseits und der tatsächlichen Größe der Beschallungskomponenten andererseits eröffnet völlig neue Möglichkeiten. Die Tatsache, dass diese Systeme bei großen Applikationen äußerst unauffällig in ein Gesamtdesign integriert werden können, lassen die naturgemäß vorhandenen Interessenskonflikte zwischen Architekten oder Lichtdesignern und den maßgeblich verantwortlichen Akustikplanern vergessen.

Dahinter verbergen sich zudem auch handfeste wirtschaftliche Vorteile, da aufgrund der geminderten Sichtbehinderung faktisch mehr Zuschauerplätze für den Verkauf angeboten werden können. Sämtliche Arten von Veranstaltungen, Industriepräsentationen oder stationären Projekten wurden mit den Produkten aus dem Hause Audiocenter weltweit bereits umgesetzt.



## 6.2.1 Die V-HLA Serie

- Horizontale Line Arrays wahlweise mit 10", 12" oder 15" LF-Treiber
- 2-Weg, aktiv ansteuerbar
- Perfekte akustische Kopplung in der Array-Anwendung
- Patentierter TAC-Waveformer
- extrem flexible Abstrahlvarianten bei geteilter Anwendung oder Flugbetrieb
- kompakte Abmessungen
- hervorragende Installations- und Rigging-Möglichkeiten
- asymmetrisches, vertikales Abstrahlverhalten
- kompatibel mit Subwoofern aus dem Audio-center-Programm und vergleichbare Modelle



## 6.2.2 Die V-HLA+ Serie

- Vertikales Line-Array mit wahlweise 10" oder 12" LF-Treiber
- 2-Weg, aktiv ansteuerbar
- Zylindrische Wellenfront
- perfekte akustische Kopplung
- extrem flexibles Rigging
- ausgezeichnete Silbenverständlichkeit
- ein echtes Arbeitstier für jede mittlere bis große Beschallungssituation
- kompatibel mit Subwoofern aus dem Audio-center-Programm und vergleichbare Modelle



## 6.2.3 Die K-LA Serie

- Vertikales Line-Array mit wahlweise 2 x 6", 2 x 8" oder 2 x 10" LF-Treiber
- 2-Weg passiv
- Zylindrische Wellenfront
- perfekte akustische Kopplung
- extrem flexibles Rigging
- ausgezeichnete Silbenverständlichkeit
- ein Multitalent für jede kleine bis mittel-große Beschallungssituation
- kompatibel mit Subwoofern aus dem Audio-center-Programm und vergleichbare Modelle



## 6.2.4 Die K-LA-DSP Serie

- Vertikales Line-Array mit wahlweise 2 x 8" oder 2 x 10" LF-Treiber
- 2-Weg, selfpowered (1.600 Watt nach AES Standard)
- Zylindrische Wellenfront
- perfekte akustische Kopplung
- extrem flexibles Rigging
- ausgezeichnete Silbenverständlichkeit
- ein Multitalent für jede kleine bis mittel-große Beschallungssituation
- kompatibel mit Subwoofern aus dem Audio-center-Programm und vergleichbare Modelle



## 7.0 Was sind die größten Defizite bei der Objektplanung mit Beschallungsanlagen?

Vor der eigentlichen akustischen Definition eines Beschallungskonzeptes müssen im Vorfeld grundsätzliche Informationen ermittelt werden. Tatsächlich lässt sich feststellen, dass manche Installation deutlich effizienter ausgeführt werden könnten, wenn von den maßgeblich verantwortlichen Projektbetreuern ein klares Anforderungsprofil erstellt würde.



Eines der größten Mankos in der Projektplanung sind tatsächlich unzureichende Informationen, die letztlich eine kundenorientierte Ausarbeitung beinahe unmöglich machen. Ergebnis nach erfolgter Installation sind nicht selten kostspielige Nachbesserungen, um die eigentlich gewünschte Nutzung zu gewährleisten.

Es gilt daher grundsätzlich, sich von Beginn der akustischen Planung umfangreiche Auskünfte einzuholen, die als Grundlage einer jeden Beschallungsplanung dienen.

### Die vier wichtigsten Basisinformationen

#### 1. Architektur (Montagemöglichkeit)

- Wo können Lautsprecher montiert werden?
- Sind Sichtbehinderungen zu berücksichtigen?
- Wie hoch sind die Hängepunkte zu belasten?
- Sind Gegenstände im Raum, die eine Schallprojektion negativ beeinflussen können (z.B. tief hängende Leuchtkörper, etc.)?

#### 2. Optische Integration

- Gibt es Einschränkungen bei der Auswahl von Lautsprechersystemen bzgl. der Größe, Farbe, etc.?
- Müssen die Lautsprecher hinter Wandverkleidungen etc. „versteckt“ werden?
- Können die notwendigen Kabelwege unauffällig realisiert werden?

#### 3. Budget

- Hat der Auftraggeber sich über die Höhe des Investitionsvolumens geäußert?
- Lässt sich die Höhe des Budgets möglicherweise in Erfahrung bringen (ohne eine ungefähre Information über das zur Verfügung stehende Budget ist eine konkrete Planung kaum möglich)?

#### 4. Anforderungsprofil

- Wie sieht das Nutzungsprofil (Schwerpunkte) des Beschallungssystems aus?
- Gibt es Besonderheiten, die entsprechend berücksichtigt werden müssen?
- Ist das Nutzungsprofil im Verhältnis zur Budgetierung und/oder der Raumbeschaffenheit überhaupt machbar (Zitat eines Auftraggebers: "ich möchte auf allen Plätzen Hifi-Sound mit 145 dB Schalldruck, die Lautsprecher können aber nur unter der Bühne montiert werden")?

### Wer liefert die projektspezifischen Daten?

#### 1. Der zukünftige Nutzer

#### 2. Der Architekt

#### 3. Der Akustiker

#### 4. und natürlich der zu beschallende Raum selber

## Welche Daten liefert der Bediener?

- Wie sind die Sicht- und Hörverhältnisse am jetzigen Regieplatz?
- Welche Veranstaltungen wurden typischerweise in der Vergangenheit durchgeführt?
- Bei welchen Veranstaltungen gab es technische und/oder akustische Probleme?
- Wie ist die generelle „Akustik“ der Halle oder des Raumes aus Sicht des Bediener?
- Welche persönlichen Wünsche hat der Bediener an die neue Beschallungsanlage?

## Welche Informationen liefert der Architekt?

- Aktuelle Baupläne.
- Wo können Lautsprecher montiert werden (Statik-Pläne).
- Form und Farbe der sichtbaren Komponenten (Lautsprecher).
- Zeitrahmen für die Erstellung der Beschallungsanlage.
- Vorgegebener Budgetrahmen.

## Was kann der Akustiker bieten?

- Die Nachhallzeit des jetzigen Raumes bzw. welche Nachhallzeiten zu erwarten sind.
- Ob und wo schallschluckende Maßnahmen ergriffen werden (müssen).

## Welche Erkenntnisse liefert der Raum?

- Die Nachhallzeit.
- Die Änderung der Nachhallzeit, wenn der Raum mehr oder weniger mit Publikum besetzt ist.
- Die Höhe der vorhandenen Störpegel.
- Akustisch ungewollte Effekte (Echos etc.).



## 7.1 Eine grundsätzliche Bewertung von Beschallungsanlagen

Aufgrund der typischen Signalkette stellt sich die Frage, welche der rechts aufgeführten Komponenten tatsächlich für ein gutes Beschallungsergebnis entscheidend sind?

Die Auflösung richtet sich nach der **80:20-Formel**. Dahinter verbirgt sich die zentrale Aussage, dass bei entsprechender Auswahl dieser drei Komponenten bereits 80% des Beschallungsergebnisses erfüllt werden können.

Alle weiteren Geräte sind lediglich zur Optimierung notwendig. Das bedeutet, dass insbesondere bei den drei blau markierten Basiskomponenten

**Mikrofon (Quellensignal)**  
**Endstufe**  
**Lautsprecher**

= (mindestens 80%)

Größte Sorgfalt bei der Auswahl vorgenommen werden sollte, oder anders ausgedrückt: Defizite die durch schlechte Komponenten erzielt werden, lassen sich auch durch noch so hochwertige Peripherie nie wieder beheben.

Wichtig bei dieser Feststellung ist insbesondere, dass die akustischen Qualitätsunterschiede der auf dem Markt erhältlichen Basiskomponenten zum Teil enorm sind.

Insgesamt sollte dem Betreiber bzw. Kunden dieser Zusammenhang verdeutlicht werden, bei dem die ausschließliche Reduktion auf das preisgünstigste Angebot zumeist erhebliche Nachteile im Gesamtergebnis nach sich zieht.

Mikrofon (Quelle)

Mischpult

Dynamics

Frequenzweiche

Zeitverzögerung

Filterstufen

Endstufen

Lautsprecher

**80:20-Formel**



## 7.2 Der Lautsprecher und sein Stellenwert in der Beschallungstechnik

Bei Defiziten von Beschallungsergebnissen gibt es grundsätzlich immer die gleichen Kommentare:

**Der Kunde beklagt sich über den „schlechten Lautsprecher“ ...**

**Der Installateur/Verkäufer über die „schlechte Akustik“.**

Diese beiden Aussagen beschreiben die typische Situation in der täglichen Praxis. Hier gilt es also, dass beide Seiten besser das Verhältnis zwischen vorhandener Raumakustik und den Möglichkeiten beim Einsatz von Lautsprechern verstehen:

**Der Lautsprecher sollte nichts anderes als die verstärkte Originalschallquelle sein.**

Die Eigenschaften der Umgebung, wie z.B. Störgeräusche, Echos, Hall, Entfernungen etc. ändern sich durch den Einsatz eines Lautsprechers jedoch nicht!

## 7.3 Was sind die primären Bewertungskriterien für die akustische Wahl eines Beschallungssystems?

Gehäuseform
Dispersion
Image
Lautsprecher
Neutralität
Schalldruck
Dynamik
Optik
Mechanik
Service
Preis
Klang

### 1. Neutralität

Ein Lautsprechersystem soll ausschließlich das wiedergeben, was als Signal zur Verfügung steht – nur so ist eine entsprechende weitere Bearbeitung und Anpassung an den Raum, das Geschmackempfinden und nicht zuletzt dem Nutzungsprofil möglich.

Aus diesem Grund ist „Klang“ kein Qualitätskriterium, sondern vielmehr das Ergebnis aus dem, in welcher Weise das Signal klanglich bearbeitet wird.

Genau genommen sind demzufolge Beschallungssysteme, die vordergründig „gut klingen“ eher mit Vorsicht zu genießen, da oftmals davon auszugehen ist, dass diese im Frequenzgang sehr unausgeglichen sind, um eben dieses gefällige Klangbild wiederzugeben.

### 2. Dispersion/Abstrahlverhalten

Diese Eigenschaft beschreibt die Qualität eines Lautsprechersystems über den angegebenen Abstrahlwinkel (z.B. 90° horizontal / 60° vertikal) gleichmäßig über den gesamten Frequenzgang abzustrahlen. Dabei darf der Schalldruck gegenüber der Hauptstrahlachse nicht mehr als 6 dB abfallen. Die extrem konstante Dispersion ist demnach auch ein elementares Qualitätskriterium beim Vergleich von verschiedenen Beschallungssystemen.

### 3. Dynamik

Hier kommt die Eigenschaft zum Tragen, in welcher Form das Lautsprechersystem in der Lage ist, extreme Pegelsprünge akkurat und ohne Einbußen in der Wiedergabecharakteristik zu reproduzieren. Nicht selten kann man feststellen, dass Lautsprecher entweder bei sehr leisen Pegeln oder aber erst bei entsprechend hohen Pegeln als ausgeglichen im Wiedergabeverhalten bewertet werden.

Ein professionelles Beschallungssystem muss in der Lage sein, unabhängig vom Lautstärkepegel keinerlei Verfärbungen oder Spitzen (Überhöhungen im Frequenzgang) wiederzugeben.

## 8.0 Wie vergleicht man am besten gleichartige Lautsprechersysteme?

Es dürfte klar sein, dass ausschließlich über das Studieren von technischen Unterlagen eine kompetente Auswahl von Lautsprechersystemen nur schwerlich möglich ist.

Als letztendliche Instanz muss daher ein A/B-Vergleich die entsprechenden Ergebnisse liefern. Dies wird in der Praxis durchaus bei verschiedenen Gelegenheiten angewendet.

So weit so gut – jedoch stehen einer objektiven Beurteilung häufig zwei Mankos entgegen:

### 1. Die einheitliche Definition der Bewertungskriterien

...wenn jeder der Teilnehmer letztlich nach unterschiedlichen Kriterien beurteilt respektive hört, kann logischerweise kein objektives Ergebnis ermittelt werden

### 2. Die Vorgehensweise bei A/B-Vergleichen

...oder die Frage, was wollen wir überhaupt hören (und demnach auch beurteilen)?

Nachstehend können Sie hier eine mögliche Vorgehensweise zur Auswahl von Beschallungssystemen entnehmen:

#### 1. Grundvoraussetzungen

- Vergleichbare Lautsprechersysteme ähnlichen Typs oder Nutzung
- Absolut identische Eingangspegel (Mischpult, Endstufe) – einer der „klassischen“ Defizite
- Identische, vergleichbare Positionierung der Lautsprechersysteme
- Durchführung des Tests in einem für die Lautsprechersysteme adäquaten Umfeld/Raum
- Unkenntlichmachung der Probanden (Gazeabhängung o.ä.), das was man sieht, wird häufig positiv oder halt negativ „vorverurteilt“

#### 2. Signalquellen

- Max. 30% Signale vom Band (CD, Dat, etc.)
- Der Großteil der Signalquellen muss dem entsprechen, wofür die Lautsprechersysteme in den allermeisten Fällen eingesetzt werden sollen (Sprache, Orchester, etc.)
- Demzufolge müssen zur objektiven Beurteilung auch solche Signale eingesetzt werden (Mikrofone, Instrumente, etc.)

#### 3. Hauptbewertungskriterien

- Die Bewertungskriterien entsprechen exakt denen, die bereits vorgestellt worden sind: Neutralität, Dispersion und Dynamik.
- Versuchen Sie, die einzelnen Signalpassagen ausschließlich nach diesen Kriterien zu bewerten.

#### 4. Zusatzkriterien

- Wie reagiert das Beschallungssystem auf klangliche Veränderungen (Filteransprache)
- Beurteilung der Schallenergieverteilung auf der Längsachse (Gleichmäßigkeit)
- Akustisches Kopplungsverhalten bei Array-Bildung
- Max. verwertbare Schalldruckpegel

Abschließend sei hier nochmals betont, dass es hierbei ausschließlich um **akustische Kriterien** geht. Selbstverständlich müssen andere Faktoren wie Mechanik, Preis/Leistung, Leistungsfähigkeit des Herstellers/Vertriebes etc. ebenso in die Gesamtbewertung einfließen.





**TRIOUS Vertrieb GmbH & Co. KG**

TRIOUS Support Group

Gildestr. 2

49477 Ibbenbüren

Tel. 0 54 51 / 94 08 - 0 • Fax. 0 54 51 / 94 08 - 991

[www.trius-vertrieb.de](http://www.trius-vertrieb.de) • [www.trius-audio.de](http://www.trius-audio.de)

[info@trius-audio.de](mailto:info@trius-audio.de)