

INHALTSANGABE

1	EINFÜHRUNG	2
2	GESCHICHTE DER BESCHALLUNGSTECHNIK.....	2
3	KLEIN-PA UND IHRE ERWEITERUNGEN	3
3.1	Die Gesanganlage	3
3.2	Klein-PAs mit passiven Subwoofern	4
3.3	Das Aktiv-System.....	4
4	GROßBESCHALLUNG.....	4
4.1	Stacks	5
4.2	Das W-Bin-Horn	6
4.3	Kombination von Stacks und W-Bin Hörnern.....	7
4.4	Geflogene Topteile	7
4.5	Verzögerung der Topteile	7
4.6	Das Line-Array	8
5	DAS MONITORSYSTEM	8
6	SCHWIERIGKEITEN BEI PA-SYSTEMEN.....	9
7	LITERATURVERZEICHNIS	10

1 Einführung

PA ist die Abkürzung für „Public Address“, die Möglichkeit akustische Ereignisse einer Menschenmenge hörbar zu machen. Die Hauptaufgabe einer PA besteht darin, Musik oder Sprache so zu übertragen, dass das Klangbild nicht verändert wird und so eine Lautstärke erzeugt wird, die für den entsprechenden Raum geeignet ist. Hierfür unterscheidet man im Grunde zwei Kategorien. Zum einen die so genannten ELAs (Elektroakustischen Anlagen), die als reine Sprach – und Ansagesysteme genutzt werden. Sie dienen zum Beispiel der Beschallung von Fußballstadien, Kongresszentren, Gebäuden oder Veranstaltungshallen. Zum anderen gibt es die PA-Systeme, die zur reinen Musikübertragung wie zum Beispiel der Konzertbeschallung dienen. Ich möchte mich in dieser Ausführung auf Letztere beschränken und dabei vor allem auf Lautsprechersysteme und Lautsprecherkombinationen eingehen.

2 Geschichte der Beschallungstechnik

Bei PA-Anlagen handelt es sich meist um transportable Systeme, die vor Ort je nach Bedarf auf- und abgebaut werden. Die ersten transportablen Gesangsanlagen gab es in den sechziger Jahren des 20. Jahrhunderts. Die Ideen der Beschallungstechnik begannen jedoch schon in den zwanziger Jahren des 20. Jahrhunderts, mit der Neumann-Flasche, ein Kondensatormikrofon des deutschen Herstellers Neumann von 1928, was damals einen weltweiten Standard setzte. Außerdem versuchte man mit einfachen Mikrofon- und Lautsprecheranlagen Hörsäle zu beschallen, hierbei waren vor allem amerikanische Firmen führende Hersteller. Durch die Entstehung und Verbreitung des Tonfilms und den damit verbundenen riesigen Kinosälen, war man gezwungen leistungsfähigere PA-Systeme zu entwickeln. Man nahm sich daher das Grammophon zum Vorbild und entwickelte dazu geeignete Boxengehäuse. Viele heutige Boxensysteme wie das „W-Bin“ oder die „Rutsche“ basieren auf Ideen aus dieser Zeit. Doch trotz ständiger Weiterentwicklungen war man sehr lange mit der Beschallung von Großkonzerten überfordert. So wurde zum Beispiel bei Konzerten in Fußballstadien die Musik über die dafür ungeeignete Stadienanlage übertragen. Und auch die PA-Anlagen, die in den sechziger Jahren des 20. Jahrhunderts bei den damals berühmten Open Air Rockfestivals aufgetürmt wurden, konnten nicht die

Leistung erbringen, um die große Anzahl an Zuhörer gleichmäßig zu beschallen. In den siebziger Jahren des 20. Jahrhunderts wurden Konzerte schließlich mit einer enormen Anzahl an Boxen beschallt, die auf sehr abenteuerlicher Weise auf Gerüste aufgebaut wurden. In dieser Zeit wurde viel experimentiert und entwickelt. Daher waren viele der damaligen PA-Systeme Unikate wie beispielsweise „The Wall of Sound“ der amerikanischen Band "Grateful Dead". Der Fortschritt in der Digitaltechnik in den achtziger und neunziger Jahren bis heute hat auch in den PA-Systemen für große Veränderung gesorgt. Digitale Mischpulte, Equalizer oder Effektgeräte sind heute selbstverständlich und der Trend geht eindeutig zu kompakteren, flexiblen Anlagen, die trotzdem die benötigte Leistung erbringen.

3 Klein-PA und ihre Erweiterungen

3.1 Die Gesangsanlage

Eine klassische Klein-PA, auch Gesangsanlage genannt, besteht in der Regel aus zwei Stativboxen, so genannte „Full- Range Boxen“, einem Verstärker und einem Mischpult. Alternativ dazu kann auch ein Powermischer verwendet werden, bei dem das Signal bereits im Mischpult verstärkt wird und so keine zusätzliche Endstufe benötigt wird. So ein System ist relativ preisgünstig und lässt sich leicht auf- und abbauen. Nachteilig ist jedoch, dass basshaltige Instrumente schlechter wiedergegeben werden können. Daher lässt man Gesang, Keyboard und akustische Instrumente über die PA laufen und verwendet parallel dazu die Instrumentenverstärker. Die PA und die basshaltigen Instrumente sollten an die Lautstärke des Schlagzeuges angepasst. Dies erfordert allerdings, dass die Musiker kontinuierlich gleich laut spielen. Ansonsten besteht die Gefahr, dass sie sich gegenseitig in der Lautstärke hochziehen, was sich negativ auf den Klang auswirkt. Bei den Lautsprechern handelt es sich meist um 12/2er Bassreflexboxen. Dies ist ein Zweiwege-System mit einem 12 Zoll Tieftöner. Dieser deckt neben den Bässen auch den unteren Mittenbereich ab. Die hohen Frequenzen übernimmt ein Hochtöner, der durch eine passive Frequenzweiche vom Bass getrennt ist. Die Trennfrequenz liegt je nach Art der Box bei 1,5 bis 3 kHz.

Es können für die Klein- PA auch andere Boxensysteme verwendet werden, wie eine 15/2er oder eine 15/3er Box. Beide Boxen sind in der Basswiedergabe besser wie die 12/2er Box, jedoch liegt bei der 15/2er Box die Trennfrequenz recht hoch,

wodurch der Tieftöner einen sehr großen Mittenanteil mitverarbeitet, was für das Klangbild nicht sehr vorteilhaft ist. Und bei der 15/3er Box sind die größeren Abmessungen und das höhere Gewicht nachteilig.

Die Gesangsanlagen sind vor allem für kleine Räumlichkeiten geeignet, mit bis zu 250 Personen.

3.2 Klein-PAs mit passiven Subwoofern

Der Nächste Schritt ist nun, an die eben beschriebene Gesangsanlage einen oder zwei zusätzliche Subwoofer anzuschließen. Dabei handelt es sich meist um 15- oder 18 Zoll Ausführungen. Im Inneren der Bässe sind passive Frequenzweichen eingebaut, die ab ungefähr 150 Hz alle höheren Frequenzen trennen. Das Signal gelangt also aus dem Verstärker auf die Weiche der Bassbox. Von dort geht das Bass-Signal zum Tieftöner, die Mitten und Höhen werden in die Topteile geleitet.

3.3 Das Aktiv-System

Bei aktiven Subwoofern befinden sich die Frequenzweiche und die Endstufe im Subwoofergehäuse, wodurch dieses System leichter zu transportieren ist als ein Passiv-System mit mehreren Komponenten. Das Signal wird in der Lautsprecherbox verstärkt und in Hochpass und Tiefpass getrennt. Fällt allerdings ein Systemglied des Aktiv-Systems aus, so bedeutet dies ein Ausfall der kompletten Box. Daher setzen PA-Verleihfirmen oft auf das Passiv-System, damit bei einem Defekt alle anderen Komponenten einsatzfähig bleiben.

4 Großbeschallung

Große Hallen und Publikumszahlen erfordern natürlich ein leistungsstärkeres PA-System. Nicht selten wird die PA für den Einsatz überdimensioniert. Grund dafür ist, dass im Betrieb genügend Aussteuerungsreserven vorhanden sein sollten. Ein nicht voll belastetes System ist sinnvoller, als eine PA-Anlage, die ständig am oberen Grenzbereich betrieben wird.

Zum Einen ist das Klangbild einer gering belasteten PA besser, zum anderen ist es sehr aufwändig, Lautsprecher mit Endstufen an einer bereits fertig aufgebauten und eingestellten PA im Betrieb nachzurüsten.

Gegenüber einer Klein-PA werden alle Instrumente und Tonquellen über das PA-System verstärkt. In der Regel liegt das Leistungsverhältnis für den Bassbereich bei 70%, für den Mittenbereich bei 20- 25% und 5- 10% für den Hochtonbereich. Mit dieser Aufteilung kann man am besten ein ausgeglichenes Klangbild erreichen.

4.1 Stacks

Stacks werden bereits zur Groß-PA gezählt. Dabei handelt es sich um zwei Subwoofern und einem Topteil pro Seite. In diesem System kommt eine aktive Frequenzweiche zum Einsatz, die das Tonsignal vor den Endstufen in einen Hochpass und Tiefpass trennt. Von da an werden für die Bässe und den Mittel-Hochtonbereich zwei separate Endstufen verwendet. In meinem Beispiel werden dafür die zwei Subwoofer auf jeder Seite gebrückt und das Topteil separat angesteuert. Ob man dabei Lautsprecher parallel oder in Reihe schaltet, hängt von den jeweiligen Lautsprechern und den dazu verwendeten Endstufen ab. In meinem Fall, erbringt die Endstufe bei vier Ohm die Maximalleistung, daher schaltet man die acht Ohm-Subwoofer parallel um eine Gesamtimpedanz von vier Ohm zu erreichen. Da es sich bei der verwendeten Endstufe um eine Endstufe mit zwei Monoblöcken handelt kann man insgesamt vier Subwoofer nach diesem Prinzip anschließen, die bei zwei Stacks pro Seite auch zum Einsatz kommen.

Sehr sinnvoll ist nun ein Equalizer zu verwenden, um in der entsprechenden Räumlichkeit den gewünschten Klang einstellen zu können. Dieser wird direkt nach dem Mischpult geschaltet, da hier das Signal noch nicht getrennt ist und man hier auf den kompletten Frequenzbereich zugreifen kann. Bei Equalizern unterscheidet man parametrische und grafische Equalizer. Wobei der parametrische Equalizer seinen Einsatz eher im Tonstudio findet. Für Beschallungen wird meistens der grafische Equalizer verwendet. Hier können mehrere festgelegte Frequenzbereiche, durch senkrecht nebeneinander angeordnete Schieberegler, einzeln angehoben oder abgesenkt werden.

Wichtig beim Stacken ist, dass der Hochtöner über den Köpfen des Publikums steht. Bei mehreren Topteilen ist auf die Ausrichtung zu achten, dass die Abstrahlwinkel effektiv eingesetzt werden. Viele Topteile sind daher baulich zum Clustern geeignet. So nennt man die Schräganordnung der Gehäuse. Dadurch kann in Summe ein breiterer Abstrahlwinkel erzielt werden.

Man kann natürlich auch mehrere Stacks mit dazugehörigen Endstufen addieren oder Stacks mit weiteren Boxen kombinieren, damit man je nach Veranstaltung das geeignete System einsetzt. Hier gibt es selbstverständlich verschiedene Kombinationsmöglichkeiten. In meinem Beispiel möchte ich zu den Stacks zusätzlich W-Bin Hörner verwenden.

4.2 Das W-Bin Horn

Im Vergleich zu einem herkömmlichen Direktstrahler, bei dem die Membran in einem Bassreflexgehäuse nach vorne gerichtet ist und sich der Schall kugelförmig ausbreitet, befindet sich bei einem W-Bin die Membran hinter einem konischen Horn. Der Schall wird dadurch komprimiert und gerichtet. Zur Öffnung hin wird das Horn immer größer. Die Membran schallt also in ein Horn, was auf beiden Seiten des W-Bin-Horns geschieht. Dass, das Horn in der Box die Richtung wechselt spielt für den Klang keine Rolle. Das hat bauliche Hintergründe. Ein gerades Horn mit gleicher Hornlänge und Abstrahlfläche wäre baulich viel zu groß, schwer und unhandlich. Daher gilt es bei Hornkonstruktionen die Kompaktheit nicht zu vernachlässigen. Der Nachteil von horngeladenen Boxen ist, dass der Druck im Bassbereich erst eine gewisse Laufstrecke braucht um sich aufzubauen. Bei den W-Bin-Hörnern kann das je nach Ausführung einige Meter betragen, bis der Bassbereich bemerkbar ist. Der Schall tritt bei Hörnern minimal verzögert aus der Box. Dies ist nicht bemerkbar, solange die Boxen nicht mit anderen Bassboxen kombiniert werden. Je nach Musikart wird die Schallverzögerung hörbar oder auch nicht. Bei beispielsweise Technoveranstaltungen werden zum Teil drei verschiedene Basssysteme verwendet, ohne dass ein klangliches Defizit erkennbar ist. Bei Klassikkonzerten kann es durchaus auffallen. In diesem Fall sollten die Direktstrahler verzögert werden. Man verzögert mit einem so genannten „Delay“, das vor den Endstufen der Direktstrahler eingebaut wird. Das Delay wird eingestellt auf die Hornlänge der Basshörner. Das heißt, um die Zeit, die der Schall benötigt von der Membran bis zum Hornausgang, wird der Direktstrahler später angesteuert.

4.3 Kombination von Stacks und W-Bin Hörnern

In meinem Beispiel verwende ich für jede Seite zwei W-Bin Hörner liegend, für den Bass ab 8-10 Meter Entfernung. Sowie vier Direktstrahler pro Seite, die nebeneinander auf den W-Bins aufgestellt werden und für den Bassbereich bis 10 Meter eingesetzt werden. Auf den Direktstrahlern werden zwei Topteile geclustert aufgebaut.

Die W-Bin Hörner werden, wie bereits unter 4.1 beschrieben, auf vier Ohm gebrückt, sodass eine Endstufe für alle vier Hörner genügt. Bei den Direktstrahler werden auch jeweils zwei Boxen gebrückt, dennoch benötigt man zwei Endstufen für die insgesamt acht Direktstrahler. Für die Topteile genügt eine Endstufe, da auch hier auf vier Ohm gebrückt wird.

4.4 Geflogene Topteile

Eine weitere Verfeinerung ist es, wenn die Topteile geflogen werden. Hierbei stackt man die Topteile nicht einfach auf den Bässen, sondern positioniert sie unter der Raumdecke oder in einer Traversenkonstruktion. Dies erzielt einen noch klareren und durchdringenden Hochton. Dabei ist es sinnvoll die Topteile etwas nach vorne geneigt anzubringen, um das Publikum im vorderen Bereich akustisch mit auszuleuchten. Die „Sichtverbindung“ aller Zuhörer zur Schallquelle sollte sichergestellt sein.

4.5 Verzögerung der Topteile

Ist der Abstrahlwinkel der Topteile zu gering um das Publikum von vorn bis hinten zu beschallen, wird das Soundsystem oft um weitere Topteile in der Mitte des Raumes erweitert. Dies bedeutet allerdings einen Mehraufwand in Bezug auf den Aufbau und die Verkabelung. Außerdem müssen die zusätzlichen Topteile durch ein Delay verzögert werden. Hierbei sollte das „Gesetz der ersten Wellenfront“ berücksichtigt werden, dass der beim Zuhörer zuerst eintreffende Schall den Richteindruck bestimmt. Das heißt, dass man zusätzlich zu der Verzögerung, die so groß ist, wie der Schall für die Entfernung von der Front- PA zu den Zusatztopteilen braucht, 20 Millisekunden dazurechnen muss.

4.6 Das Line-Array

In der Praxis hat sich hier eine andere Technik durchgesetzt - das Line-Array. Hierbei werden mehrere Topteile waagrecht untereinander montiert, wobei die tiefer hängenden immer mehr nach unten geneigt werden. Diese Topteile haben einen extrem schlanken vertikalen Abstrahlwinkel. Somit ist es möglich das komplette Publikum gleichmäßig zu beschallen.

5 Das Monitorsystem

Monitorboxen sind weitere wichtige Bestandteile einer PA-Anlage. Hierbei spielt weniger der Klang die entscheidende Rolle, sondern die Notwendigkeit, dass sich Redner, Sänger, Musiker oder DJs auf der Bühne selbst hören. Da diese in der Regel hinter der eigentlichen PA-Anlage stehen, hören sie nur den Sound, der von dem Raum reflektiert wird. Dieser ist sehr verzögert und klanglich sehr schlecht. Monitorboxen sind hierbei, durch ihre extrem flache Bauweise, eine große Hilfestellung. Problematisch ist jedoch, wenn das Monitorsystem zu laut oder falsch eingestellt ist und so den Klang der Front-PA stört. Daher sollten die Monitorboxen so leise wie möglich eingestellt werden. Auf großen Bühnen, ist es üblich bei jedem Musiker eine Monitorbox aufzustellen. Der Musiker kann dann selbst entscheiden, welches Instrument bzw. welche Stimme er lauter oder leiser hören möchte. Neben Bodenmonitoren gibt es noch die Möglichkeit die Monitorboxen aufzuhängen, falls auf der Bühne nicht genügend Platz vorhanden ist. Oft werden dann auch noch links und rechts so genannte „Side-Fills“ aufgehängt. So ist die komplette Bühne gleichmäßig beschallt und die Musiker können sich ohne Probleme auf der Bühne bewegen, ohne dass sie sich an einer Stelle mal nicht mehr hören. Inzwischen werden auf professionellen Bühnen allerdings, immer öfter Ohrhörer verwendet und es könnte gut sein, dass das Monitorsystem irgendwann von der Drahtlostechnik komplett abgelöst wird.

6 Schwierigkeiten bei PA-Systemen

Ein großer Nachteil bei PA-Systemen ist die große Wärmeentwicklung in den Lautsprecherboxen. Leider werden ca. 95% der Leistung in Wärme umgewandelt. Daher ist es wichtig, dass die entstehende Wärme sich nicht in der Box staut. Denn mit steigender Temperatur an der Spule, steigt die Impedanz und der Lautsprecher wird leiser. Regelt man an der Endstufe dann nach, so wird noch mehr Wärme erzeugt, bis schließlich die Spule durchbrennt. Um dies zu verhindern haben viele Lautsprecher Bassreflexöffnungen, die eine Luftzirkulation gewährleisten. Andere Lautsprecher arbeiten mit speziellen Kühlsystemen, wie zum Beispiel der Ferrofluidkühlung, bei der Kühlflüssigkeit im Luftspalt die Wärme verringert. Hierbei handelt es sich um ein technisches Problem. Es können natürlich auch Probleme auftreten, die von den Leuten verursacht werden, die die PA-Anlage planen, aufbauen und einstellen. Werden beispielsweise zu viele Boxen an einen Endstufenausgang parallel geschaltet, sinkt die Impedanz und die Endstufe kann Schaden nehmen. Weitere Schwierigkeiten können schon in der Planung auftreten, wenn die geplante PA zu groß oder zu klein für den zu beschallenden Raum ist. Auch die Frage nach dem vorhandenen bzw. benötigten Strom muss im Vorfeld geklärt werden, damit eine Veranstaltung reibungslos ablaufen kann.

Bei der Planung des Einsatzes einer PA, sind also einige Faktoren zu berücksichtigen. Beim Aufbau ist darauf zu achten, dass der zu beschallende Raum gleichmäßig beschallt wird und der Klang sorgfältig eingestellt wird. Hierfür ist ein geschultes Gehör notwendig um das gewünschte Ergebnis zu erzielen.

Ein sehr guter Klang ist nicht unbedingt nur abhängig von der besten Technik, sondern auch von dem, der sie letztendlich einstellt.

7 Literaturverzeichnis

Hergesell, Jens-Helge Prof.: Tontechnik 1 Skript: Abhören und Beschallen; WS 09/10

Pieper, Frank: das P.A. Handbuch; GC Carstensen Verlag 2005; 3. Auflage