

## Die MUNDORF *ProAMT* Hochtöner



Die **MUNDORF *ProAMT*** Air Motion Transformer

- In der Fest-Installation der **Royal Albert Hall**, London
- Im Hi-Tech Line-Array der Diskothek **JollyTime®**, Braunschweig
- In der Fest-Installation des Escape 3D Kinos **Sunbeam**, Hongkong
- In den Monitorlautsprechern der **MBS Film-Studios**, Hongkong
- In div. **Ultra Heimkinos** mit bis zu 48 Einheiten, China

Nachdruck mit  
freundlicher Genehmigung  
des Verlags

# PROSOUND

Beschallungstechnik • Elektroakustik • PA-Systeme

Nr. 4, Juli-August 2017

## Naturklang

### Beschallung für die Royal Albert Hall mit Mundorf ProAMT

Dieter Michel

Eine der größten Herausforderungen für die moderne Beschallungstechnik besteht darin, ist und natürlich klingen zu lassen, auch wenn die akustischen Gegebenheiten das Aufführungsortes diesem Ziel mehr oder weniger ausgeprägt entgegenstehen. Im günstigsten Fall finden nach ihrem Klangeindruck befragte Zuhörer alles ganz normal und unauffällig, wundern sich vielleicht sogar über die Frage. Vielleicht schlagen sie positive Klangeindrücke den beteiligten Künstlern, dem Orchester oder Chor zu - selbst wenn diese ohne elektroakustische Unterstützung kaum oder gar nicht zu hören gewesen wären. Daneben gibt es natürlich auch Konzertveranstaltungen, die vom Sound der Beschallungsanlage leben – so zum Beispiel Rockkonzerte, die außer der Stimme kaum oder gar nicht mit akustischen Instrumenten arbeiten und bei denen man einen regelrechten Groß-PA-Sound erwartet. Im folgenden soll es aber um ein Beschallungskonzept für Veranstaltungen der zuerst genannten Art gehen, bei denen also eine möglichst natürliche und klanglich unverfälschte Unterstützung der menschlichen Stimme und von akustischen Instrumenten bis hin zu Orchestern im Vordergrund steht. Auslöser für den folgenden Bericht war ein Besuch auf dem ProLight+Sound Messestand der Firma Mundorf und die Gelegenheit, die professionelle Variante des Mundorf Air Motion Transformer (ProAMT) bei einer Aufführung von "Schwanensee" mit dem English National Ballet und dessen Orchester einen persönlichen Eindruck von der Klangqualität zu bekommen.

Eine natürliche Wiedergabe der menschlichen Stimme und von akustischen Musikinstrumenten mit Lautsprechern ist durchaus machbar. Hersteller von Regielautsprechern werden zwar gern bestätigen, dass Entwicklung und Bau wirklich neutral klingender Lautsprecher zwar nicht gerade ein Sonntagsspaziergang, aber nicht unmöglich ist. Das sehen auch die Anwender so, zumindest solange es darum geht, maximal eine Handvoll Per-

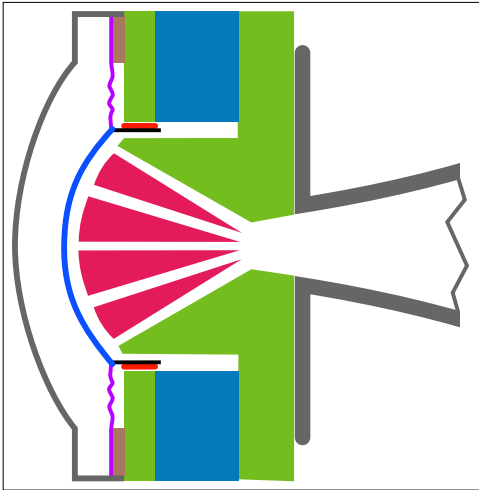
sonen in einem Regieraum mit sorgfältig geplanter Akustik zu beschallen. Wenn's nicht fünf, sondern 5000 Personen sein sollen, und der Raum eigentlich nicht für eine elektroakustische Unterstützung gebaut ist, sieht die Sache schon ganz anders aus. Erstens müssen die für einen solchen Zweck verwendeten Lautsprecher genügend Schallleistung bereitstellen, um das Publikum ausreichend versorgen zu können, zweitens müssen sie definiert

abstrahlen, um eine unerwünschte Anregung von akustisch ungünstigen Raumstrukturen zu vermeiden.

Die meisten professionellen Beschallungslautsprecher setzen zumindest für den Mitten und Hochtonbereich Hornsysteme ein und werden heutzutage oft in Form von Line-Arrays genutzt. Diese sind zwar keine universellen Werkzeuge, haben sich aber in vielen Theatern und Veranstaltungshallen bewährt.

Moderne Horn-/Treiberkombinationen haben den Vorteil sowohl eines hohen Wirkungsgrades, als auch einer definierten Abstrahlung, welche man mit modernen Hornkonstruktionen entsprechend den Erfordernissen der Anwendung gestalten kann. Also alles in Butter?

Das Problem besteht manchmal darin, dass man auch mit gutem Hornsystemen bei der Wiedergabe von Stimme und akustischen Instrumenten hört, dass ein Lautsprechersystem im Spiel ist. Dabei ist es keineswegs so, dass man dabei sagen könnte, dass der Sound in irgendeiner Weise schlecht sei, oder man etwas wirklich bemängeln könnte. Im Gegenteil, der Sound kann durchaus als gut beurteilt werden – es ist nur so, dass man eben hört, dass ein Lautsprecher im Spiel ist. Für eine Vielzahl von – durchaus auch anspruchsvollen – Veranstaltungen ist das soweit in Ordnung. Es ist ja auch nicht so, dass sich Sound Designer und Toningenieure ständig über die mangelhafte Quali-



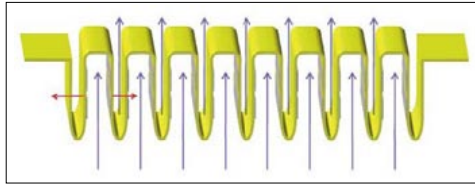
Schnittzeichnung eines typischen Kompressionstreibers mit angeflanschem Horn

tät von Lautsprechersystem beschweren würden. Aber es gibt eben Veranstaltungen, für die der Naturklang von Stimmen und akustischen Musikinstrumenten sehr wichtig ist, bei denen man eben nicht hören möchte, dass Lautsprecher beteiligt sind.

Kritische Veranstaltungen sind z.B. klassische Konzertveranstaltungen mit großem Orchester oder einer geringeren Anzahl akustischer Einzelinstrumente. Bei einem klassischen Konzertsaal oder Opernhaus ist eine elektroakustische Unterstützung natürlich gar nicht erforderlich, weil die gebaute Akustik für einen guten Klang sorgt. Aber bereits, wenn die Konzertveranstaltung in einem Saal stattfindet, der für einen rein akustisch spielendes Orchester zu groß oder ungeeignet ist, geht am Lautsprechereinsatz oft kein Weg vorbei. Bei sehr hohen Ansprüchen an die Natürlichkeit kann es jedoch sein, dass es schwierig wird, mit konventionellen Beschallungssystemen einen – böse ausgedrückt – "Lautsprecher-Sound" zu vermeiden. Das kann zum Teil daran liegen, dass moderne Beschallungssysteme mit Kompressionstreibern arbeiten, die einen Teil der hier angesprochenen Problematik quasi vom Prinzip her eingebaut haben.

### Kompressionstreiber

Ein normaler Kompressionstreiber bezieht seinen hohen Wirkungsgrad aus eben jener "Kompression". Er hat eine für einen Hochtoner vergleichsweise große Membran von vielleicht 10cm Durchmesser, strahlt aber den Schall nicht direkt ab, sondern arbeitet auf eine Druckkammer, die eine wesentlich kleinere Schallaustrittsöffnung von typischerweise 1" (25,4mm) oder heutzutage oft 1,4" (35,6mm) hat,



Schnitt durch die gefaltete Membran eines AMT: Die Lorentz-Kraft durch den Stromfluß (hier senkrecht zur Papierebene) und das (in dieser Draufsicht vertikal) wirkende Magnetfeld bewegt die Membranfalten in horizontaler Richtung - die Flanken werden abwechselnd zusammen- und auseinandergedrückt (rote Pfeile) und erzeugen so eine Luftbewegung (schwarze Pfeile).

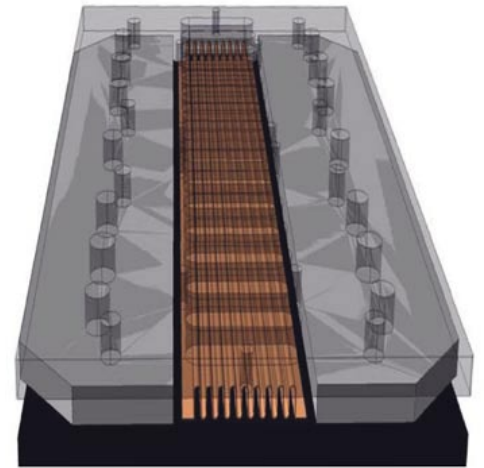
weil diese wesentlich geeigneter für eine definierte Schallführung mit einem anschließenden Horn ist als eine große, direkt ins Horn abstrahlende Membran.

Da die Membran im Hochtonbereich nicht mehr klein gegen die Wellenlänge ist, füllt man die Druckkammer mit einem Phase-Plug, der nur definierte Schallwege zur Schallaustrittsöffnung freigibt, beispielsweise in Form ringförmiger Kanäle. Die Membran steht also fast in direktem Kontakt zum Phase-Plug – der Abstand kann durchaus nur 1mm betragen. Die Kanäle im Phase-Plug haben eine deutlich kleineren Öffnungsfläche als die Oberfläche der Membran. Das führt dazu, dass eine gegebene Membranschnelle zu einem höheren Schallschnelle im Phase-Plug führt (Schnelletransformator). Dieser ist um einen Faktor höher, der dem Flächenverhältnis von Membranfläche zur Öffnungsfläche der Kanäle im Phase-Plug entspricht und als Kompressionsverhältnis bezeichnet wird. Bei einem 1,4"-Treiber liegt das Kompressionsverhältnis typischerweise im Bereich um 7:1.

Der Vorteil dieser Kompression besteht darin, dass die Treibermembran einen deutlich höheren Strahlungswiderstand "sieht", als bei direktem Abstrahlen in ein Horn - was wiederum einen hohen Wirkungsgrad bedeutet. Theoretisch kann dieser bis zu 50% betragen - in der Praxis liegen die erreichbaren Wirkungsgrade niedriger, eher bei 30%.

### Kein Licht ohne Schatten? Kein Licht ohne Schatten!

Leider ist dieses Arbeitsprinzip nicht ganz problemfrei. Eines der potentiellen Probleme ist sehr fundamental und hat seine Ursache in der Thermodynamik. In der Druckkammer wird die Luft durch die Membran sehr schnell komprimiert und expandiert, man spricht hier von adiabatischer Zustandsänderung. Nun ist es – man muss sagen: leider – so, dass der



Aufbau des Mundorf ProAMT - die obere Polplatte ist transparent dargestellt, um die Einbaulage der Membran deutlich zu machen.

Zusammenhang zwischen Druck  $p$  und Volumen  $V$  bei adiabatischer Zustandsänderung nicht linear ist, sondern der Beziehung

$$p \cdot V^K = \text{const.} \quad \text{folgt.}$$

Selbst eine sinusförmige Volumenänderung, die die Membran in der Druckkammer erzeugt, führt also nicht zu einem sinusförmigen Druckverlauf an der Schallaustrittsöffnung weil die Luft selber nichtlinear ist.

Bei kleinen Druckschwankungen ist der Effekt sehr viel kleiner als bei großen, so dass bei einem direkt abstrahlenden Lautsprecher andere Nichtlinearitäten in den Vordergrund treten. In der Druckkammer eines Kompressionstreibers treten aber sehr viel höhere Schalldrücke auf, so dass hier die Nichtlinearität der Luft selbst praktisch die Hauptquelle nichtlinearer Verzerrungen ist. Bei Treibern mit geringerem Kompressionsverhältnis und Hörnern mit größerer Flare-Rate ist der Bereich hohen Schalldrucks kleiner und die Verzerrungen geringer.

Allerdings gibt es beim Systemdesign einen Zielkonflikt, denn niedriges Kompressionsverhältnis und eine hohe untere Grenzfrequenz kollidieren natürlich mit dem Ziel, einen möglichst großen Frequenzbereich mit hohen Wirkungsgrad abzudecken. Es muss also immer ein Kompromiss gefunden werden.

Apropos großer Frequenzbereich: Ein weiteres potentielles Problem bei Kompressionstreibern, die man allerdings mit geeigneten Materialien und Konstruktionen teilweise beikommen kann, ist die Tatsache, dass es sich eigentlich um Mittellautsprecher handelt.

Die Membran eines Kompressionstreibers ist normalerweise tief abgestimmt, das heißt, die Resonanzfrequenz liegt unterhalb des Übertragungsbereiches. Das bedeutet, dass das Schwingungsverhalten der Membran überwiegend von der Membranmasse bestimmt ist - man spricht hier auch von Massenhemmung. Bei einem direkt abstrahlenden Lautsprecher hat das zur Folge, dass die Membran wegen ihrer Massenträgheit der Antriebskraft immer weniger folgen kann, je höher die Frequenz ist - der Membranhub nimmt mit steigender Frequenz ab. Dieser Effekt wird bei einem Direktabstrahler dadurch kompensiert, dass der Strahlungswiderstand in genau umgekehrt mit der Frequenz zunimmt, so dass im Übertragungsbereich der Frequenzgang mehr oder weniger konstant bleibt.

Ein Kompressionstreiber arbeitet aber wegen des angeflanschten Horns auf einen mehr oder weniger konstanten Strahlungswiderstand, der also den frequenzabhängigen Einfluss der Membranmasse nicht mehr kompensiert. Wegen der starken Dämpfung durch den hohen Strahlungswiderstand ist der Frequenzgang im Mittenbereich halbwegs flach, im Prinzip ergibt aber ein Tiefpass 1. Ordnung. Dessen Eckfrequenz wird von Membranmasse und der Stärke des Antriebs bestimmt und liegt bei modernen Treibern im Bereich um 3,5 kHz. Man kann nun entweder eine elektronische Entzerrung vornehmen oder Maßnahmen erdenken, um den Effekt der Massenhemmung zumindest abzumildern. Die Erweiterung des Frequenzgangs gehört dabei durchaus zur hohen Kunst der Treiberentwicklung. Meist gehen die Entwickler den Weg, mindestens eine Oberschwingung von Treibermembran und/oder Aufhängung für eine Erweiterung des Frequenzgangs zu nutzen. Ein anderer Weg besteht z.B. darin, den Frequenzbereich aufzuteilen und von zwei Membranen in einer coaxialen Treiberkonstruktion abzustrahlen. Unterm Strich hat man es bei Kompressionstreibern aber immer mit nichtlinearen Verzerrungen in der Druckkammer aufgrund der prinzipiellen Nichtlinearität der Luft sowie mit der Bandbegrenzung durch die Massenhemmung der Membran zu tun. Darüber hinaus gibt es leider noch eine weitere Auswirkung der Treibermembrangröße: Der von der Membran abgestrahlte Schall nimmt keineswegs komplett den Weg durch den nächstgelegenen Kanal im Phase-Plug, sondern breitet sich vielmehr auch im Spalt zwischen diesem und der Membran aus. Dadurch entstehen



*Mundorf ProAMT mit rückwärtiger Kammer und ohne vorgesetztes Horn.*

dann doch unterschiedlich lange Ausbreitungswege, die sich in einem gewissen Verschmieren der Impulsantwort äußern und sich durch ein Entzerrfilter (auch FIR) nicht komplett entfernen lassen [1]. Man kann alle diese Effekte zwar durch eine ausgeklügelte Konstruktion abmildern, aber nicht komplett eliminieren. Dies ist der Punkt, an dem andere Konzepte für Hochtonsysteme ansetzen, die für sich in Anspruch nehmen, diese zuvor erwähnten, potentiellen Problemzonen nicht zu haben und daher eine natürliche Hochtonwiedergabe liefern zu können. Ein solches Konzept ist der so genannte Air Motion Transformer (AMT). Sein Arbeitsprinzip ähnelt im Prinzip dem eines Magnetostaten, weist aber spezielle Konstruktionsmerkmale auf, die dem AMT einen hohen Wirkungsgrad und eine hohe Belastbarkeit beschaffen sollen. Tatsächlich lieferte eine Präsentation der Kölner Firma Mundorf auf der ProLight+Sound den Anstoß zu diesem Beitrag. Mundorf präsentierte mit dem ProAMT einen Air Motion Transformer für den professionellen Einsatz und wies durch eine Live-Messung vor den Augen des Messepublikums eine Dauerbelastbarkeit von 60W Watt nach.

#### Air Motion Transformer

Den Aufbau eines Air Motion Transformers zeigt die Abbildung. Das Herzstück ist eine Kapton-Folie, auf der mäanderförmig eine dünne Leiterbahn aus Aluminium auflaminiert ist. Die Folie wird beim Einbau in S-förmige Falten gelegt,



*Membran eines ProAMT - deutlich zu erkennen ist die gefaltete Folie.*

so dass sich im eingebauten Zustand die Leiterbahnen an den Flanken befinden (siehe Abbildung). Die Magnetstruktur eines AMT besteht aus zwei Polplatten, von denen mindestens die vordere mit Schallaustrittsöffnungen versehen ist. Der magnetische Fluss bewirkt, dass die gefaltete Membran senkrecht von einem annähernd homogenen Magnetfeld durchsetzt wird.

Ein Stromfluss durch die auflaminierte Leiterbahn bewirkt nun, dass eine Kraft auf die Membran wirkt, die senkrecht auf den magnetischen Feldlinien und auf der Stromflussrichtung steht. Da das Magnetfeld parallel zur Hauptabstrahlachse orientiert ist und der Strom in vertikaler Richtung fließt, wirkt die Kraft also in horizontale Richtung. Die Membran bewegt sich also nicht vor und zurück, vielmehr werden benachbarte Flanken der Falten durch die Lorentz-Kraft aufeinander zu beziehungsweise auseinander gedrückt. Der Schall wird also dadurch erzeugt, dass die gefaltete Membran des AMT, dem elektrischen Anregungssignal folgend, Luft aus den Falten heraus presst beziehungsweise ansaugt. Das Prinzip ähnelt einem Magnetostaten, hat aber den Vorteil, dass die effektiv schallabstrahlende Membranfläche größer ist als die Frontfläche der Membrankonstruktion.

Wir haben hier also einen Lautsprecher vor uns, der eine vergleichsweise hohe effektive Membranfläche hat, dabei aber sehr leicht ist und im Gegensatz zu einer Treibermembran an allen Punkten der bewegten Flächen direkt und gleichphasig



Foto: © Paul Sanders

Raymond Gubbay und die Royal Albert Hall 2013 Produktion von "Schwanensee", Juni 2013

vom Magnetfeld angetrieben wird. Man kann daher in guter Näherung davon ausgehen, dass in der Schallaustrittsebene eine kohärente Schallwelle erzeugt wird. Das nun wiederum sind sehr erfreuliche Ausgangsbedingungen für den Einsatz als Hochtöner in einem Line-Array, denn bei diesen gibt es im Hochtonbereich wegen der kleinen Wellenlängen die größten Probleme, eine kohärente Kopplung zwischen den Arrayelementen sicherzustellen. Beim AMT hat man sozusagen automatisch sowohl eine rechteckige Schallaustrittsfläche, als auch durch den Direktantrieb eine konphase Schallerzeugung über die gesamte Membranfläche. Gegenüber einem Kompressionstreiber hat das AMT-Prinzip den Vorteil, ohne Druckkammer auszukommen, so dass Nichtlinearitäten thermodynamischer Art durch sehr hohe Schalldrücke hier keine nennenswerte Rolle spielen. Darüber hinaus ist die AMT-Membran sehr leicht und muss auch nicht kolbenförmig in einem Stück bewegt werden, so dass ein AMT bis an die Grenzen des Hörbereiches arbeiten kann und ein sehr gutes Impulsverhalten zeigt.

Dadurch, dass beim AMT-Prinzip die Druckkammer entfällt, erreicht man natürlich auch nicht so hohe Wirkungsgrade wie bei einem Kompressionstreiber. Allerdings haben die Leiterbahnen auf der AMT-Membran eine deutlich größere Oberfläche als die Schwingspule einer Treibermembran, so dass Verlustwärme

besser abgeführt werden kann. Man kann dafür sogar einen Lüfter einsetzen, der aus dem dem Audiosignal gespeist wird, der also nur läuft, wenn es auch wirklich laut ist.

Konstruktiv bestehen Unterschiede bei verschiedenen AMT-Bauformen z.B. in der Gestaltung des Bereiches hinter der Membran. Lässt man die hinteren Polplatte geschlossen bekommt man eine höhere Belastbarkeit und eine höhere untere Grenzfrequenz. Öffnet man die Polplatte in eine mehr oder weniger große Kammer, so erweitert sich der Frequenzbereich zu tieferen Frequenzen, dafür sinkt aber der maximal Schalldruckpegel.

So interessant eine Einzelkomponente wie der ProAMT auch in technologischer Hinsicht ist, von praktischer Bedeutung für den professionellen Beschallungsbereich sind natürlich Komplettsysteme, die man als Veranstaltungstechnik-Dienstleister einfach kaufen und einsetzen kann.

Unter den Kunden für den ProAMT fand sich dann auch relativ schnell ein Anbieter im professionellen Beschallungsmarkt, nämlich die britische Firma EM Acoustics, die mit dem Halo Compact ein Line-Array-System mit einem speziellen konstruktiven Ansatz im Programm hat, der für eine besonders natürliche Wiedergabe steht.

Im zeitlichen Umfeld dieses Kontaktes wurde die Produktion "Schwanensee" in der Royal Albert Hall mit dem English National Ballet und dessen Orchester mit

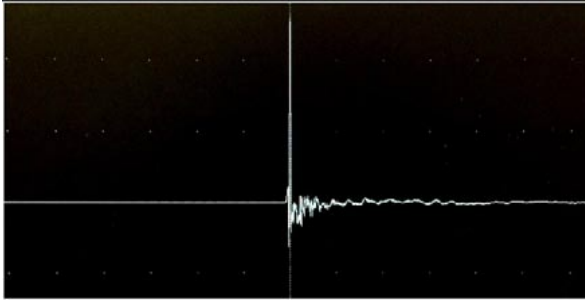


Raimund Mundorf und Ed Kinsella vor der Royal Albert Hall

Halo-Compact-Systemen von EM Acoustics beschallt. So ergab sich kurzfristig die Gelegenheit, den Mundorf ProAMT in einer sehr typischen und gleichzeitig sehr anspruchsvollen Anwendung zu hören.

Doch zunächst zum Halo Compact: Es handelt sich dabei um ein Kompakt-Line-Array, dessen Elemente mit einem 8"-Tiefmitteltöner und einem 19,7cm hohen ProAMT bestückt sind – beide mit Neodym-Antrieb. Der Frequenzgang reicht von 75Hz bis 20kHz, für Frequenzen unterhalb von 75Hz ist der Halo-CS Subbass zuständig, der mit im Array geflogen werden kann. Die Arrayelemente bieten zwei Besonderheiten: Erstens wird der Hochtonbereich bis zur oberen Grenzfrequenz ohne Kompressionsverzerrungen übertragen, zweitens ist das System rein passiv ausgelegt.

Ed Kinsella, R&D Director bei EM Acoustics, äußerte sich bei unserem Treffen in London natürlich auch zu diesem etwas ungewöhnlichen Konzept. Die Kernkomponente ist natürlich der Air Motion Transformer, weil er die potentiellen Probleme eines Kompressionstreibers gar nicht erst hat. Man kann natürlich aus einem Kompressionstreiber mehr Schalldruck herausholen, so Kinsella, aber es klingt nicht so gut bei hohen Leistungen. Durch das AMT-Prinzip ist auch die Impulsantwort besser als die eines Kompressionstreibers, so dass das Gehör bei längerem Hören nicht ermüdet und es offenbar auch leichter hat, die angebotene Information auszuwerten. Die Zuhörer nehmen den Lautsprecher nicht mehr wahr, sondern können sich besser auf die Musik konzentrieren. Solche Eigenschaften kann man leider schlecht in einem Datenblatt erfassen.



Grafik: EM Acoustics

### Royal Albert Hall

Die Royal Albert Hall in London ist eine Veranstaltungsstätte von Weltrang, die bereits im Jahre 1871 eröffnet wurde und Aufführungsort nicht nur für Veranstaltungen mit klassischer Musik ist. Architektonisch ist die Royal Albert Hall an die Bauweise eines römischen Amphitheaters angelehnt und hat einen ovalen Grundriss. Am nördlichen Ende des Ovals befindet sich das Orchesterpodium, die große Orgel und die Sitzbereiche für den Chor. Die zentrale Szenenfläche wird zum Beispiel – wie auch bei Schwanensee – als Tanzfläche für das Ballett oder andere Aufführungen genutzt und ansonsten ebenfalls bestuhlt. Im Parkett sitzt das Publikum in fast 270° um diese zentrale Szenenfläche herum. An das Parkett schließen sich drei Logenränge an und werden auf der obersten Publikumsebene noch einmal durch einen Dreiviertelkreis von Sitzreihen ergänzt. Auf diese Weise bietet die Royal Albert Hall Platz für insgesamt bis zu 5.272 Besucher bei regulärer Bestuhlung. Das ist normal für eine Arena oder Mehrzweckhalle, aber eigentlich schon deutlich zu groß für einen klassischen Konzertsaal. In der Tat ist die Royal Albert Hall schon von der grundlegenden Raumgeometrie her eher als großer Festsaal, denn als klassischer Konzertsaal gebaut. Ein großes Orchester kann diesen großen Saal nicht mehr rein akustisch füllen, zumal er auch von seinen akustischen Randbedingungen her nicht so gebaut ist, dass der Schall vom Podium möglichst an alle Publikumsplätze so verteilt wird, dass sich für die Zuhörer ein guter Klangeindruck ergibt.

Bei klassischen Konzerten ebenso wie bei Oper und Ballett, ist also eine elektroakustische Unterstützung erforderlich. Bei einem Saal von internationalem Rang versteht es sich natürlich von selbst, dass es nicht aber nur laut genug sein muss, vielmehr muss das Beschallungssystem höchste Ansprüche an die Natürlichkeit des Klangeindrucks erfüllen und im Idealfall das Publikum vergessen lassen, dass überhaupt eine elektroakustische Unterstützung im Spiel ist.

Die Royal Albert Hall bietet also ein Anforderungsprofil, wie es mit einem ProAMT-basierten Beschallungssystem erfüllt werden kann. Daher wurden bereits bei verschiedenen Produktionen in der Royal Albert Hall Beschallungssysteme von EM Acoustics eingesetzt, darunter auch bei der von mir besuchten Produktion von "Schwanensee".

Ed Kinsella plante für diese Aufführung ein Beschallungssystem aus insgesamt vier Line-Arrays auf der Basis des Halo Compact Systems, die über und etwas vor dem Orchesterpodium geflogen wurden. Bestückt sind die Arrays mit jeweils 15 Halo Compact Elementen. Das breite Abstrahlverhalten der Line-Arrays unterstützt dabei die gleichmäßige Abdeckung des relativ großen Winkelbereiches von fast 270°. Die Zentralfläche wird bei Schwanensee natürlich als Tanzfläche benutzt und muss deswegen nicht versorgt werden. Das Curving der Arrays wurde so



HALO Compact Arrayelement

ausgelegt, dass die Systeme alle Publikumsflächen vom Parkett bis zu den obersten Rängen abdecken.

Interessant ist, dass dank der Passivkonstruktion der Arrayelemente inklusive der Systemverzerrung die Ansteuerung für das komplette Beschallungssystem außergewöhnlich unkompliziert ist. Die gesamte Elektronik für die Beschallungsanlage findet in einem geradezu winzigen Rack Platz. Für den Antrieb kommen Vierkanal-Endstufen AQ-10 zum Einsatz, die von MC<sup>2</sup> designt wurden und pro Kanal (3,2kW@2Ω) vier Arrayelemente versorgen. Für jedes Array wird also nur eine Endstufe benötigt, sowie eine weitere für die Subbässe – also nur fünf Endstufen für die komplette Anlage plus ein XTA-Controller für die Ansteuerung der Endstufen. Das sind insgesamt nur 11 (!) Höheneinheiten für die gesamte Royal Albert Hall!

### Sound

Was den Klangeindruck während der Aufführung betrifft, kann man eigentlich nur sagen, dass die hier beschriebene Beschallungsanlage nicht nur in optischer, sondern auch in akustischer Hinsicht nicht auffällt. Das ist nicht nur in dem Sinne gemeint, dass sie sich akustisch nicht in den Vordergrund spielt – das wäre bei dieser Aufführung ja absolut unerwünscht. Sie fällt aber auch in dem Sinne nicht auf, dass man nicht den Eindruck hat, dass überhaupt Lautsprechersysteme im Spiel sind - es ist einfach nur laut genug und klingt natürlich - und das ist sicherlich das Ziel des Einsatzes genau dieser Systeme gewesen. Im Falle der Royal Albert Hall war das klangliche Ergebnis ganz natürlich und stimmig - also im positivsten Wortsinn unauffällig. Mit etwas Erfahrung in diesem Bereich würde man sich vielleicht darüber wundern, dass es in einem so großen Saal, der nicht als Konzertsaal gebaut ist, so normal und natürlich klingen kann. Das wäre aber schon eine Folgerung, die man durch explizites Nachdenken ans Tageslicht bringen müsste – beim einfachen Zuhören stellt sich diese Erkenntnis nicht ein. Auch bei einem Solopart einer einzelnen Geige war der Klangeindruck noch normal, wenngleich rein rational klar sein muss, dass eine einzelne Geige natürlich keinen 5000-Personen-Saal in ausreichender Lautstärke füllen kann.

Soweit kann ich also ein ausgesprochen positives Resümee aus diesem ersten Kontakt mit dem ProAMT bei einer sehr anspruchsvollen Veranstaltung ziehen. Grund genug sicherlich, das Halo Compact System in einer der nächsten Ausgaben einmal genauer unter die Lupe zu nehmen.

Kurz vor Drucklegung erreichte uns übrigens die Nachricht, dass die Royal Albert Hall diese Tonanlage auch dauerhaft nutzen wird.

[1] David W. Guinness, *Improving Loudspeaker Transient Response with Digital Signal Processing*, 2005, 119. AES Convention, NY

# PROSOUND

Beschallungstechnik • Elektroakustik • PA-Systeme

Nr. 1, Januar-Februar 2018

Nachdruck mit  
freundlicher Genehmigung  
des Verlags



## Hightech-Diskotheekenbeschallung im Jolly Time in Braunschweig

Pan Acoustics implementiert Beam-Steering mit dem ProAMT in einem neuartigen Line-Array

*Dieter Michel*

Das Jolly Time in Braunschweig ist eine Großraumdiskothek, die unter einem ähnlichen Namen buchstäblich eine jahrzehntelange Tradition hatte. Erstmals eröffnet im Jahr 1984 wurde das Haus im Frühjahr vergangenen Jahres nach einer fünfjährigen Pause wiedereröffnet. Neben anderen baulich/technischen Modernisierungen bekam die Diskothek auch eine neue Beschallungsanlage von dem Wolfenbütteler Lautsprecherhersteller Pan Acoustics, deren technische Raffinessen das Beschallungssystem weit über die Diskothekenbeschallung hinaus sehr interessant macht.

Das Jolly Time residiert in einer ehemaligen Fabrikhalle. Daraus resultiert die Tatsache, dass das grundlegende Layout des Innenraums sich nicht so drastisch von dem einer Veranstaltungshalle unterscheidet. In der Tat können die Räumlichkeiten auch für Gastveranstaltungen, private Feiern und Industriepräsentationen genutzt werden. Die Publikumsflächen bestehen zum einen aus der Hallenfläche im Erdgeschoss, die praktisch durchgehend als Tanzfläche genutzt wird. Seitlich angrenzend befinden sich Bars und Sitzgelegenheiten, im ersten

in Deutschland

 **MUNDORF**® AMT®



*Ansicht der Bühne von der Tanzfläche aus*

Stock gibt es eine umlaufende Galerie mit weiteren Bars und ruhigeren Zonen. An einer Stirnseite ist eine Bühne installiert, auf der normalerweise das DJ-Pult aufgebaut ist. Sie verleiht dem Jolly Time auch das mehrzweckhallenartige Basislayout. Optisch tritt das nicht so augenfällig in Erscheinung, wirkt sich aber natürlich auf die Nutzungsmöglichkeiten und die akustischen Randbedingungen aus.

Im Vorfeld von Umbau und Neueröffnung kontaktierte der neue Betreiber den Lautsprecherhersteller Pan Acoustics aus dem nahe gelegenen Wolfenbüttel, weil dieser den Ruf genießt, innovative Beschallungslösungen konzipieren und realisieren zu können. Auch dem vorliegenden Projekt kam zugute, dass man bei Pan Acoustics nicht mit Standardkomponenten arbeitet, sondern innovative technische Lösungen auch im Detail zu realisieren bereit ist, wenn sich dadurch neue beschallungstechnische Möglichkeiten ergeben.

Im vorliegenden Fall wollte der Kunde natürlich bestmöglichen Sound auf der gesamten Tanzfläche kombiniert mit einer Versorgung der ruhigeren Zonen in ebenfalls bester Qualität, jedoch mit dem Nutzungsprofil der jeweiligen Bereiche angepassten Schalldruckpegeln. Guter Sound ist natürlich gleich nach den DJs – und mithin der Qualität, Zusammenstellung und Präsentation der Musik – das Aushängeschild einer Diskothek. Deswegen ist es verständlich, dass die neuen Betreiber hier Wert auf eine Beschallungsanlage ersten Ranges legten.

Wegen des Layouts der Tanzfläche wurde hier von vornherein von traditionellen Lösungen – wie einer Vierpunkt-Beschal-

lung von den Ecken einer dann meist quadratischen Tanzfläche aus – Abstand genommen. Auch sollte sich die neue Beschallungsanlage gut in die Bausubstanz integrieren lassen, da es zum einen keinen separaten Technikraum für etwaige Controller- und Endstufenelektronik und dergleichen gibt, und sich zweitens der Platzbedarf für die Lautsprecher selbst in Grenzen halten sollte.

Pan Acoustics hat nun seit inzwischen 12 Jahren Erfahrungen mit der Konzeption, Entwicklung und Produktion von Beam-Steering bzw. Beam-Forming-Lautsprechersystemen. Daher stellte es für die Wolfenbütteler keine Hürde dar, auch ein Lautsprechersystem mit DSP-gesteuerter Abstrahlkontrolle in die Konzeption der neuen Beschallungsanlage für das Jolly Time einzubeziehen.

Tatsächlich erweist sich ein solches Konzept als eine sehr tragfähige Lösung, speziell wenn es darum geht, höchste Qualitätsansprüche zufriedenzustellen. Mit konventionellen Line-Array-Systemen ist so etwas bis zu einer bestimmten Qualitätsstufe auch machbar. Je weniger individuell ansteuerbare Lautsprecherwege man aber zur Verfügung hat, desto weniger Parameter hat man auch in der Hand, um eine gleichmäßige Versorgung der Publikumsflächen in sehr guter Qualität sicherzustellen.

Für eine gute Tonqualität auf allen Publikumsflächen ist natürlich eine möglichst zielgerichtete, gleichmäßige Versorgung ein sehr wichtiger Faktor. Ein weiterer wichtiger Faktor besteht in der Klangqualität der Lautsprecher, denn es soll ja nicht darum



*Frontansicht eines der Pan Beam Line-Arrays*

gehen, zwar eine gleichmäßige Versorgung sicherzustellen, sich dann aber mit mittelmäßiger Tonqualität zufriedenzugeben. An dieser Stelle spielt auch die Qualität der Lautsprecherkomponenten eine wichtige Rolle – zusammen mit der Tatsache, dass man diese mit Hilfe einer integrierten DSP-Technik bestmöglich ansteuern können sollte.

Was die Qualität der Komponenten angeht, hatte Pan Acoustics Gründer und Geschäftsführer Udo Borgmann bereits

*DJ-Arbeitsplatz mit Pan Beam Monitorsystem*



vor einiger Zeit Kontakt mit dem Kölner Lautsprecherhersteller Mundorf aufgenommen, der neben höchstwertigen Frequenzweichenkomponenten mit dem ProAMT auch ein qualitativ sehr hochwertiges und gleichzeitig für PA-Zwecke pegeltaugliches Hochtonsystem im Programm hat, über das wir in Prosound bereits berichtet hatten.

### ProAMT Technik

Kurz zur Erinnerung: Die Abkürzung AMT steht für Air Motion Transformer. Dabei handelt es sich um eine Lautsprecherkonstruktion, die dem magnetostatischen Lautsprecher ähnelt, aber etwas anders funktioniert. Beim Magnetostaten wird auf einer flachen Folienmembran eine mäanderförmige Leiterbahn aufgebracht. Bringt man diese in ein homogenes Magnetfeld, das parallel zur Folie und senkrecht zur Leiterbahn verläuft, so wird bei Stromfluss die Membran durch die Lorentz-Kraft senkrecht zur Folie angetrieben, schwingt also vor und zurück.

Beim Air Motion Transformer gibt es ebenfalls eine ähnliche Membran mit aufgebrachtener mäanderförmiger Leiterbahn. Die Folie ist jedoch in Längsrichtung in Falten gelegt, wobei die Geometrie so ausgelegt ist, dass die Leiterbahnen jeweils auf den Flanken der Falten zu liegen kommen. Das Magnetfeld verläuft beim AMT nicht parallel zu Membranebene, sondern senkrecht dazu, also im Prinzip in Schallabstrahlrichtung. Stromfluss durch die Leiterbahn bewirkt dann, dass sich die Flanken der Falten, durch die Lorentz-Kraft angetrieben, aufeinander zu beziehungsweise voneinander weg bewegen. Es gibt hier also keine Membranbewegung in Schallabstrahlrichtung, die Schallabstrahlung erfolgt vielmehr dadurch, dass Luft aus den Falten herausgepresst beziehungsweise angesaugt wird.

Bei geeigneter Geometrie der in Falten gelegten Membran ergibt sich durch dieses Funktionsprinzip ein höherer Wirkungsgrad als beim klassischen Magnetostaten – und das ist genau das, was man bei einem PA-Einsatz beim magnetostatischen Arbeitsprinzip gerne hätte.



*Pan Beam PB 224 als DJ-Monitor*

Die Hochleistungsvarianten vertreibt Mundorf unter der Bezeichnung ProAMT, wobei für das Pan Acoustics System eine spezielle Ausführung zum Einsatz kommt. Dazu später mehr.

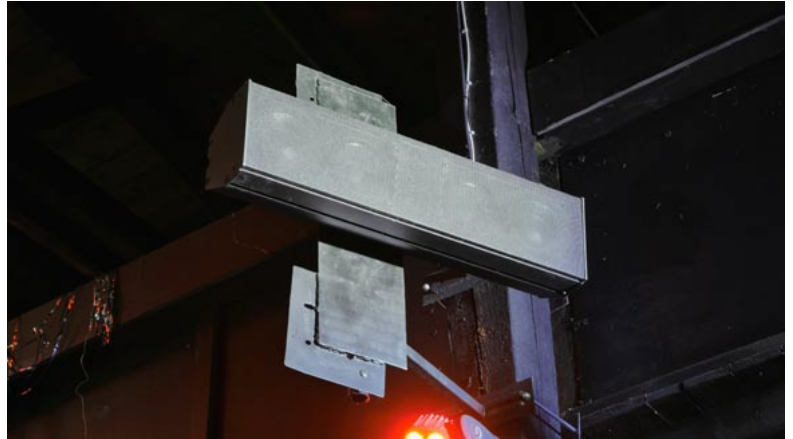
Für ein Arrayelement kombinierten die Pan Acoustics Entwickler jeweils einen ProAMT und je zwei 8"-Mitteltöner und zwei 10"-Tieftöner in d'Appolito-ähnlicher Anordnung in einem Gehäuse von 0,90m Breite und ca. 25 cm Höhe. Jeder Lautsprecher wird von einem DSP und einem eigenen Endstufenkanal individuell nach Betrag und Phase angesteuert, woraus sich die umfangreichen Möglichkeiten des Beam-Steering ergeben – ein Konzept, mit dem Pan Acoustics sehr viel Erfahrung hat.

Ein Vorteil dieses Ansatzes besteht darin, dass man keine komplizierte und teure Riggingmechanik braucht, da die Arrayelemente nicht mehr mechanisch gegeneinander verschwenkt werden müssen, um durch das so entstehende Curving des Arrays die gewünschte Pegelverteilung im Raum zu erreichen.

Beim Beam-Steering Konzept ist es aber wichtig zu wissen, dass der Schalldruck und Frequenzgang an einen beliebigen Punkt auf der Hörerfläche sich aus den Beiträgen aller Lautsprecherwege – hier: des gesamten Arrays – zusammensetzt. Das bedeutet aber, dass der von allen Lautsprecherwegen abgestrahlte Schall den betreffenden Punkt auf der Hörerfläche auch tatsächlich erreichen können muss.

Einen Augenblick lang war mir beim Ortstermin in Braunschweig nicht ganz klar, wie diese Forderung bei dem mit ProAMT bestückten Hochtonweg eingehalten werden soll. Der hier verbaute ProAMT hat am Mund des kurzen Vorsatzhorns eine Schallaustrittsfläche mit einer Höhe von fast von 25cm, die Membran ist ca. 20cm lang. Das sollte im Höhenbereich zu einer spürbaren Bündelung führen. Ein Blick in die Datenblätter der Mundorf 8" ProAMT mit Kurzhorn zeigt, dass man beispielsweise bei 5 kHz mit einen vertikalen Abstrahlwinkel von 30° rechnen kann.

Im Jolly Time sind die Line-Arrays der Front-Beschallung mit einer ebenen Front konfiguriert, also ohne Anwinkelung der



*Einzelnes Pan Beam Arrayelement als Delaysystem*

Elemente gegeneinander geflogen. Die Hauptabstrahlrichtung ohne Beam-Steering verläuft also parallel zur Bodenfläche. In dieser Konstellation würde man also im Hochtongebiet erwarten, dass durch die spürbare Bündelung der 8" hohen Membran zumindest der bühnennahe Bereich nicht mehr von allen Hochtönern erreicht wird und somit auch ein effektives Beam-Steering dort nicht mehr möglich wäre.

Tatsächlich ist dieser Effekt den Pan Acoustics Entwickler natürlich klar gewesen und sie haben hier einen Ausweg gefunden, der nur dadurch funktioniert, dass man einen sehr direkten und kooperativen Kontakt zum ProAMT-Hersteller Mundorf hatte. Auf diese Weise waren nämlich verschiedene Parameter der ProAMT-Konstruktion nach Kundenbedarf einstellbar, um das Hochtonsystem auf das akustische Konzept des Lautsprecherentwicklers anpassen zu können. Im vorliegenden Fall hieß also die Anforderung: Wir brauchen ein Hochtonsystem mit einer akustisch wirksamen Bauhöhe von 25cm, das aber in der Vertikalen dennoch idealerweise abstrahlt wie ein Punktstrahler. Solche Punktstrahler hat Mundorf tatsächlich auch im AMT-Programm, diese verwenden aber eine Membran von lediglich 2 Zoll Höhe. Dieser scheinbare Zielkonflikt konnte im vorliegenden Fall dadurch aufgelöst werden, dass man

die Membran des 8"-ProAMT elektrisch und mechanisch in drei Bereiche teilte. Die Membran besteht zwar aus einem durchgehenden Stück Kapton-Folie, die aber durch zusätzliche Stützstellen in drei schwingungsfähige Sektionen geteilt wird. Anstelle einer einzigen Leiterbahn gibt es deren drei, je eine für jede Sektion, so dass jede Sektion individuell angesteuert werden kann (siehe Bild). Da die teilenden Stützstellen die Membran fest bremsen beziehungsweise in ihrer direkten Umgebung stark dämpfen, dürfte der schwingungsfähige Teil vermutlich sogar etwas kleiner sein als beim regulären 2"-AMT, welcher laut Datenblatt bei 5kHz einen vertikalen Abstrahlwinkel von circa 90° hat. Im Endeffekt dürfte auf diese





*Pan Beam Linienstrahler vom Typ PB 04 und PB 08 werden auf der Galerie als Stütz- bzw. Delaysysteme eingesetzt.*

Weise jedes einzelne der drei Teilsektionen des 8"-ProAMT bei dieser Frequenz vermutlich einen vertikalen Abstrahlwinkel von über 100° haben, so dass der von ihnen abgestrahlte Schall auch im Nahbereich vor dem Array erreicht. Dies wiederum ist die Voraussetzung dafür dass das Beam-Forming auch im Hochtonbereich im vorderen Teil der Hörerfläche gut funktioniert.



Diese ProAMT-Hochtoneinheit ist eine Sonderanfertigung für Pan Acoustics, die es im Prinzip sogar erlaubt, im Hochtonbereich bereits mit einem einzelnen Arrayelement Beam-Steering zu betreiben.

Pro Arrayelement sind insgesamt sieben Lautsprecherwege individuell ansteuerbar, je zwei für Tiefton- und Mitteltonweg, sowie drei für den ProAMT. Auf jeder Seite sind Arrays aus je acht Elementen geflogen, macht 56 Lautsprecherwege pro Seite bzw. 112 insgesamt. Die Frontbeschallung wird also über 112 einzelne DSP-Kanäle gesteuert und garantiert damit eine sehr hohe Feinjustierung. Damit lässt sich schon ein sehr gutes Beam-Forming erreichen, das den Schall sehr präzise auf die Tanzfläche konzentriert, so dass entsprechend als ruhiger geplante Zonen, zum Beispiel an den Bars, dann auch weniger Schalldruckpegel bekommen. Im hinteren Bereich der Halle ist noch einmal je ein Arrayelement pro Seite installiert um speziell die Höhen etwas aufzufrischen, die ja auch durch die Luftabsorption etwas an Pegel verlieren. Auch hier hilft, dass es möglich ist, im Hochtonbereich mit bereits einem Arrayelement eine aktive Abstrahlkontrolle zu realisieren.

Auf den Galerien möchte man ebenfalls eine sehr gute Tonqualität haben, jedoch mit weniger Pegel, um Unterhaltungen zu ermöglichen. Der Direktschallpegel von den Frontsystemen ist oben wegen des präzisen Beam-Steerings in erwünschter Weise vergleichsweise niedrig. Deshalb sind hier Pan Beam Linienstrahler vom Typ PB 04 und PB 08 installiert, um ganz gezielt die gewünschten Schalldruckpegel in den unterschiedlichen Bereichen mit sehr guter Tonqualität zu gewährleisten. Diese Systeme sind entsprechend verzögert angesteuert, damit beim Übergang vom Versorgungsbereich der Hauptbeschallung zu den Nebenbereichen keine irritierenden Delayeffekte entstehen.

### Sound

Doch grau ist alle Theorie – man hört es sich besser einfach an. Beim Ortstermin in Braunschweig sind wir tatsächlich so vorgegangen, dass wir die Anlage zunächst einmal mit verschiedenen Musikstücken angehört haben, und zwar sowohl mit discotypischem Material, als auch Rock und einzelnen männlichen und weiblichen Gesangsstimmen.

Das Pan Acoustics System im Jolly Time ist so eingerichtet, dass die gesamte Publikumsfläche vom Nahbereich der Bühne bis im Prinzip zum Ende der Halle abgedeckt wird. Dabei ist der Beam so ausgerichtet, dass dieser kurz vor Ende der Hörerfläche etwa Ohrhöhe erreicht. Auf diese Weise soll bewirkt werden, dass praktisch der komplette Direktschall vom Publikum absorbiert wird und im Idealfall Reflexionen an der Rückwand gar nicht erst angeregt werden. Das funktioniert selbst im leeren Raum – man hat keine direkten Rückwandreflexionen, Reflexionen am Boden erreichen den Hörer sozusagen "über Bande", sind also Reflexionen höherer Ordnung, die entsprechend später



Bei dieser ProAMT-Membran sind sehr gut die drei individuell ansteuerbaren Bereiche erkennbar.

beim Hörer eintreffen. Diese letzteren Reflexionen hört man ausschließlich bei leerer Halle und im Regelbetrieb gar nicht, weil dann das Publikum für genügend Absorption sorgt.

Bei der Einspielung der reinen Gesangsstimmen ergab sich übrigens eine interessanter Aha-Effekt: Wir hatten zuvor einige disothekentypische Titel mit etwas höherem Pegel eingespielt. Beim Zuspänschleppen der ersten reinen Gesangsaufnahme stellte sich bei mir als allererster Höreindruck die Wahrnehmung ein: "wenn es nicht etwas zu laut wäre, hätte ich gedacht, der Sänger stünde hier auf der Bühne sänge rein akustisch, ohne PA". Dazu muss man sagen, dass sich um eine Eigenaufnahme der Redaktion handelte, die ohne Kompression und sonstige Signalbearbeitungen hergestellt wurde, die eventuell bei modernen Tonproduktionen zum Einsatz kommen.

Anmerkung dazu: Es handelte sich hier nicht um einen irgendwie spektakulären Klang, sondern im Gegenteil um den Ein-

druck, eine natürliche Stimme zu hören. Der Klang eines Lautsprechers ist natürlich immer das Gesamtergebnis aller Design-Entscheidungen des Lautsprecherentwicklers und auch der Komponentenqualität. Da ich aber einen ähnlichen Effekt damals bei der ProAMT-bestückten Beschallungsanlage in der Royal Albert Hall gehört hatte, möchte ich vorsichtig vermuten, dass diese Komponente doch einen spürbaren Anteil daran hat, dass man natürliche Schallquellen und insbesondere Stimmen auch als natürlich wahrnimmt. Bei elektronischer Musik, wie sie in Diskotheken ebenfalls üblich ist, hört man diesen Vorteil nicht ganz so direkt heraus, weil es eben kein natürliches "Original" gibt. Man hört aber dennoch eine sehr gute, verfärbungsfreie Klangqualität, die dazu führt dass sich das betreffende Stück auf der Tanzfläche eben genau so anhört, wie der oder die Künstler sich das vorgestellt haben.

An Druck und Pegelreserven fehlt es bei der neuen Anlage im Jolly Time nicht ebenfalls nicht. Dafür sorgen allein schon 16 18"-Subwoofer vom Typ PB S-118, die unter der Bühne platziert sind.

Da die Hauptbeschallung aus den beiden Pan Acoustics Arrays sehr präzise auf die Tanzfläche abstrahlt, ist es auf der Bühne und generell hinter den Frontsystemen vergleichsweise ruhig. Deshalb war es erforderlich, für den DJ separate Monitorlautsprecher vorzusehen. Dabei handelt es sich ebenfalls um Pan Acoustics Systeme,

me, und zwar vom Typ PB 224. Diese sind schräg links und rechts vor dem DJ-Pult installiert, und zwar aufgesetzt auf Profilgehäuse, die die Form des eigentlichen Lautsprechergehäuses nach unten hin fortsetzen, so dass sich der Eindruck einer homogenen Säule ergibt, die bis zum Bühnenboden reicht.

Sämtliche Lautsprechersysteme von Pan Acoustics sind aktiv und werden digital über ihre AES/EBU-Schnittstelle angesteuert. Das hat zum einen Vorteil, dass man keinen separaten Technikraum für Endstufen und dergleichen benötigt, und zum zweiten, dass die Anlage auch nicht übersteuern kann, wenn man die Umsetzung vom Ausgang des Discomischers auf die AES/EBU-Schnittstelle der Beschallungsanlage korrekt eingepegelt hat. Sinngemäß gilt das natürlich auch für Gastveranstaltungen, bei denen die Mieter eigene Tontechnik mitbringen – auch hier muss nur an einer Stelle der korrekt Pegel eingestellt werden, falls man nicht sogar direkt digital aus dem Mischer auf die Hausanlage gehen kann.

Im Jolly Time sind die Arrays der Beschallungsanlage flach und ungebogen. Sie haben deshalb nur eine Bautiefe von circa 25cm. Das ist natürlich auch ein Traum für Installationen ganz anderer Art, beispielsweise in Theatern mit geringem Platzangebot im Bühnenportal oder ganz generell in Projekten, in denen aus Sicht des Architekten keine optisch aufdringlichen und auch raumgreifenden Lautsprecherinstallationen erwünscht sind.

Was den Klang betrifft, habe ich ja bereits auf die Natürlichkeit der Wiedergabe hingewiesen, die selbstverständlich ebenfalls für Theaterinstallationen und andere Projekte hochinteressant ist, bei denen man eigentlich gar nicht hören soll, dass überhaupt Lautsprecher im Spiel sind, es also auf eine natürliche, unverfärbte Wiedergabe ohne Abstriche bei der Pegelfestigkeit ankommt.



Das Team von Pan Acoustics um Gründer und Inhaber Udo Borgmann (3. von links) und Jolly Time-Geschäftsführer Turgay Araz (rechts).

# Der MUNDORF *ProAMT25* Cinema in unterschiedlichen Kino Anwendungen



*Das neu-eröffnete Escape3D SUNBEAM film theater in Hongkong mit 62 Kinsone Lautsprechern*



*Zhongshan Film Universität AURO 3D Theater*



*Shanghai Rui Chuang Werbefilm-Produktion*

Im Juli 2015 erhielt der Cheftwickler der MBS Studios Hongkong den Auftrag, eine neue Monitor- und Kinolautsprecher-Serie „from first scratch“ zu entwickeln. Einzige Forderung des Betreibers war, im Hochtonbereich einen AMT (Air Motion Transformer) einzusetzen. Unter den Katalogen verschiedener AMT-Hersteller war auch die Mundorf *ProAMT* Broschüre. Der Entwickler kontaktiert daraufhin Mundorf, um die besonderen Erfordernisse bzw mögliche Lösungen für eine AMT - Integration zu erörtern. Schließlich beschließt man gemeinsam, den *ProAMT25Cinema* zu testen. Nach kleineren Änderungen wurde dieser von den MBS Studios als Hochtöner für ihre zukünftigen Projekte bestätigt.

Im März 2016 wird Mundorf von den MBS Studios nach Hongkong eingeladen, um den letzten Stand der Entwicklung zu hören. Die generelle Sicht auf Lautsprecher wird geteilt: Lautsprecher sollten in der Lage sein, die emotionale Energie akustischer Ereignisse direkt in die Herzen des Publikums zu übertragen, und so die Botschaft der Bilder bzw die Intention der Musik in ihnen lebendig werden zu lassen. In Filmen und in der Musik erzeugen Klänge Emotionen. Dass unsere AMTs dafür bestens geeignet zu sein scheinen, belegen seit langem die zahlreichen Top-End Lautsprecher renommierter Hersteller. Kino-Beschallung ist allerdings komplexer als HiFi - Audio und auch anspruchsvoller in der erforderlichen Technologie.

Status Quo: Alle MBS Studios Soundmixer- und Abhörmonitore sind mit Mundorf *ProAMT25C* bestückt. In Hongkong hat Ende 2017 das weltweit erste Barco Escape 3D Kino mit digitalen K4 Projektoren eröffnet: Das SUNBEAM Theater. Sein Beschallungs-System besteht aus 62 Einheiten mit je 1 Mundorf *ProAMT25C*. In Shanghai betreibt MBS Studios ein Kino der Shanghai Rui Chuang Film and Television Co., Ltd., für Werbefilmproduktionen, ausgestattet mit 48 *ProAMT25C*. In Zhongshan, verfügt die Film Universität sowohl über ein Full View Hybrid Theater mit 48 *ProAMT25C* als auch über ein AURO 3D Audio-Visual Kino, ausgestattet mit 22 *ProAMT25C*, sowie ein Tonstudio mit zwei *ProAMT25C* bestückten Monitoren.

Shenzhen Zhongle VideoAudio Co., Ltd. und Mundorf verbindet seit März 2016 eine gute Geschäftsbeziehung mit bis heute +600 verkaufter ProAMT25C. Die Firma gehört in China zu den Top 10 Anbietern von High-End Heimkinos mit Installationen von bis zu 48 Lautsprechersystemen mit ProAMT25C und Subbässen



*Zhongshan Film Universität Dolby „Full View Hybrid“ Film-Theater mit Kinsone Lautsprechern*

Shenzhen Zhong Le VideoAudio Co., Ltd., eines von mehreren Demo Heimkinos ausgestattet mit 32 ProAMT25C bestückten Lautsprecher-einheiten und 4 Subbässen



*Zhong Le Video+Music Demo Heimkino*

©2018  
MUNDORF EB GMBH  
Liebigstr. 110  
50823 Cologne  
GERMANY  
mundorf.com  
info@mundorf.com



*Rehearsal + Recording in Zhongshan Film University*

©2018  
MUNDORF EB GMBH  
Liebigstr. 110  
50823 Cologne  
GERMANY  
mundorf.com  
info@mundorf.com

