3D BESCHALLUNGS-SYSTEME

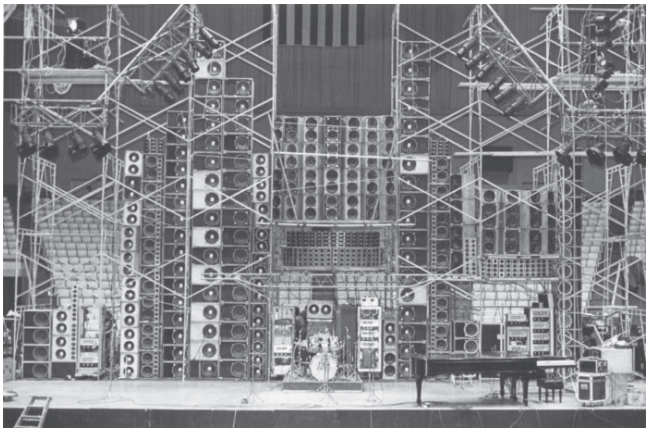
UND DiE ENTWiCKLUNG DORTHiN

TONSEMiNAR
FLORiAN HEiDECKER, 35940

Geschichte der Beschallung

Um ein Gefühl für Beschallungssysteme an sich auf dem Weg zu immersiven Lösungen zu bekommen, schauen wir uns ersteinmal die Entwicklung und die Geschichte der Beschallung an:
Die ersten Beschallungsanlagen gehen auf der Zeitachse etwa 100 Jahre zurück und lassen sich auf die Erfindung der Elektronenröhre (1906) zurückführen. In den 1920ern gab es dann eine rasante Verbreitung erster, eher einfacher gehaltener, Beschallungsanlagen. Die Entwicklung zu aufwendigeren Beschallungen ging vorallem durch die starke Verbreitung des Tonfilms gegen 1929 vorran. Die Nachfrage und der Wunsch nach leistungsfähigeren Systemen wurde immer größer und so wurde sich das „Horn-Prinzip" der älteren Grammophonlautsprecher zunutzegemacht um mit einem großen Trichter möglichst viel Schalldruckpegel aus den doch sehr schwachen Elektronenröhrenwandlern herauszuhohlen. Außerdem wurden viele solcher Lautsprecher im Kino verteilt aufgestellt um somit mithilfe der dezentralen Beschallung mehr Schalldruckpegel über den gesamten Kinosaal verteilt zu bekommen.

Altec's „Voice of Theater" (Modell A1-X)

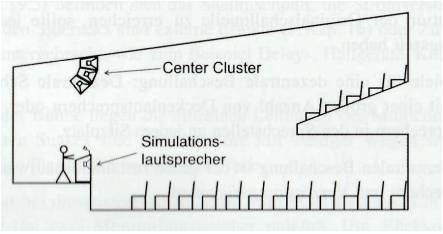

„Wall of Sound"-PA bei Grateful Dead-Tour

Mit der Popularisierung der elektrischen Gitarre in den 50ern wurden auch leistungsstärkere Endstufen entwickelt, die auf der neuen Transistortechnologie aufbauten. Man kannte im Lautsprecherbau allerdings bisher nur Punktschallquellen und so wurden kleinere Beschallungen zumeist nur mit Backline-Equipment bestritten, was allerdings für größere Dimensionierungen von Festivals schnell zu leise wurde. Wo Festivals und damit Beschallungen immer größer wurden musste man sich andere Lösungen einfallen lassen und so kam man vorallem in den 70ern auf die Idee verschiedene Hoch-, Tief- und Mitteltöner übereinander zu stapeln und so eine Fullrange-Beschallung zu ermöglichen. Durch das Kombinieren verschiedener Punktschallquellen in einer Reihe kam man so recht zufällig zu den ersten Linienschallquellen und zu Beschallungslösungen wie die legendäre „Wall of Sound"-PA auf einer Tour der Band „Grateful Dead". Erst einige Jahre später gelang es im Lautsprecherbau kompakter zu werden und somit durch das kombinieren von Hoch- und Mitteltönern Fullrangeboxen auch für Studiozwecke zu erschaffen.

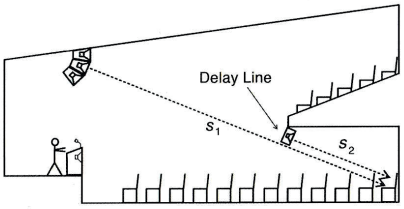
Grundlegender Aufbau und Konzepte bei der Beschallung

Grundlegend ist der Aufbau jeder Beschallung immer gleich, egal ob bei Mono-, Stereo- oder mehrkanaligen Systemen. Die Schallquellen auf der Bühne werden über Mikrofone oder Line aufgenommen und über PreAmps auf die Inputs der Stagebox übertragen. Von der Stagebox geht es über Kabel- oder Netzwerkverbindungen zum Mischpult. Dort ensteht mithilfe von EQ, Delay, Kompressor, usw. die Live-Mischung. Die fertige Mischung geht (bei Stereo mit 2 Kanälen, bei mehrkanaligen Systemen mit mehr Kanälen) über die Outputs des Mischpultes an die Stagebox und von dort aus an's Monitoring und über Verstärker und Frequenzweichen an die Hauptbeschallungsanlage raus.

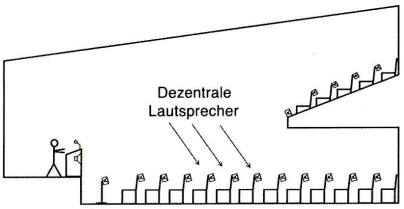
Wenn es um verschiedene Konzepte der Beschallung geht, gibt es grundlegend drei verschiedene Lösungen:
Bei der zentralen Beschallung gibt es ein sogenanntes Center-Cluster und Simulationslautsprecher. Das Center-Cluster stellt dabei die Hauptbeschallungsanlage dar, welche sich meist erhöht über der Bühne, auf das Publikum zeigend, befindet und so möglichst das gesamte Publikum mit vergleichbarer Intensität erreichen soll. Leider erreicht der Schall des Center-Clusters oftmals nicht die ersten Zuhörerreihen oder hat dort zumindest eine negative Auswirkung auf die Ortbarkeit der Signale. Für die ersten Reihen gibt es die Simulationslautsprecher, auch Front-Fills gennannt, die sich in etwa auf Ohrenhöhe der Zuhörer befinden und somit örtlich einen Bezug zur Bühne haben und die Hauptbeschallung so unterstützen.
Die zentral gestütze Beschallung besteht zum einen auch aus einer Hauptbeschallungsanlage, also dem Center-Cluster. Zum Anderen gibt es für Raumteile die von der Hauptbeschallungsanlage nicht mehr oder nur noch schlecht erreicht werden Delaylines, also auf die Hauptbeschallung verzögerte Stützlautsprecher.
Ein ganz anderes Konzept ist die dezentrale Beschallung. Hierbei gibt es keine Hauptbeschallungsanlage mehr, sondern nur noch im Raum verteilte Lautsprecher. Somit hat jeder Raumteil oder sogar jeder Sitzplatz seine eigene kleine Beschallungsanlage vor sich.



zentrale Beschallung



zentral gestützte Beschallung

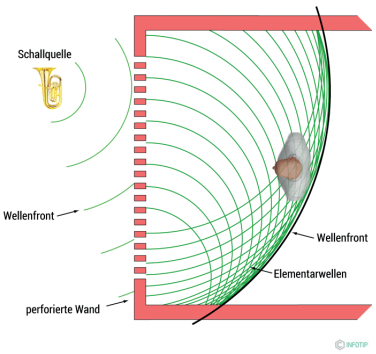


dezentrale Beschallung

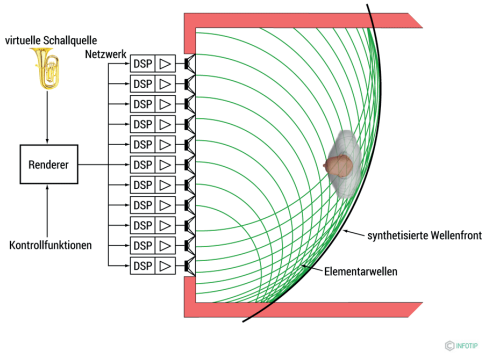
Vor- und Nachteile von Mono, Stereo und Surround in der Beschallung
Monophonie bei der Beschallung hat einige Vorteile, allerdings auch einige Nachteile, die nicht vernachlässigt werden sollten. Ein großer Vorteil der Mono-Beschallung ist, dass sich der Klang bei Bewegung im Zuhörerfeld nicht verändert und somit überall die gleiche Intensität hat. Ein weiterer Vorteil ist, dass es als einzige Beschallungsmethode 100% ortsstabil ist. Leider können bei Mono-Beschallungen keinerlei akustische Signale räumlich verteilt werden und so geht die Räumlichkeit verloren. Oftmals kann man aber genau dadurch einen insgesamt höheren Schalldruck erzielen.
Bei der Stereophonie in der Beschallung gibt es fast mehr Nachteile als Vorteile, im Vergleich zur Monophonie. Natürlich ist bei einer Stereo-Beschallung eine zweidimensionale, mit Verzögerungen auch bedingt eine dreidimensionale, räumliche Verteilung möglich und das kann im Vergleich zur Monophonie das Hörerlebnis steigern. Allerdings muss man dabei mit extremen Stereopositionen sehr vorsichtig umgehen, da verwendete Phantomschallquellen alles andere als ortsstabil sind und sie bei Bewegung im Zuhörerfeld „wandern" und sich große Klangunterschiede an verschiedenen Positionen im Raum ergeben. So hört ein Zuhörer rechts vorne komplett anders, als ein Zuhörer hinten in der Mitte. Beispielsweise kommt dem einen die Gitarre viel zu laut vor, dem Anderen zu leise. Optimale Abhörbedingungen sind nur im relativ kleinen Sweetspot, der Rest der Zuhörer hört etwas Anderes, als die beabsichtigte Mischung. Daher wird auch bei Stereo-Beschallungen oft auf die eigentlichen Vorteile von Stereo weitestgehend verzichtet und die Stereobreite so schmal genommen, dass man schon fast wieder bei einer Mono-Beschallung landet.
Ein großer Vorteil der Surround-Beschallung ist der Center-Lautsprecher, der eine ortsstabile Mitte bietet. Hauptsächlich daher findet sich diese Beschallungsart auch in der klassischen Kino-Beschallung wieder. Da hier der Fokus auf den Dialog gelegt werden soll, kann dieser so auch wirklich „mittig auf der Leinwand" liegen. Durch die rund um das Zuhörerfeld verteilten Lautsprecher lassen sich akustische Signale rund um die Zuhörer verteilen und ein Low-Frequency-Effects-Channel verleit der Anlage die benötigten tiefen Frequenzen, wobei dieser Channel auch einzeln angefahren werden kann. Leider löst diese Beschallungs-Methode noch nicht die eigentlichen Probleme kanalbasierter Systeme und hat durch die Probleme mit Phantomschallquellen und Lautsprecherabständen immernoch mit Klangveränderungen und einem immernoch recht kleinen Sweetspot zu kämpfen. Außerdem kann es auch schon bei kleinster Kopfbewegung zu Phasenproblemen kommen, weshalb die Surround-Beschallung auch hauptsächlich bei bildbezogenen Anwendungen zum Einsatz kommt.

Ist für genannte Probleme die Wellenfeldsynthese eine Lösung?
Grundlage für die Wellenfeldsynthese ist das Huygenssche Prinzip, welches grob besagt, dass die Darstellung einer Wellenfront auch durch die Zusammenstellung vieler kleiner Elementarwellen erfolgen kann. Dieses Prinzip kann man sich

akustisch ungefähr so vorstellen, dass es theoretisch keinen Unterschied macht, ob eine Schallquelle ohne Hindernisse direkt vor dir spielt, oder ob eine durchlöcherte Wand dazwischen steht, da sich die Elementarwellen des durch die Löcher dringenden Schalls hinter der Wand sowieso wieder zu einer Wellenfront zusammensetzen. Eine komplett korrekte Beschallung nach der Wellenfeldsynthese soll nun dieser Effekt mit theoretisch unendlichen Lautsprechern an unendlich vielen Positionen im Raum simulieren und kann dann eine perfekte Wellenfront nachbilden. Leider sind die Ressourcen in der Beschallung sowohl räumlich, als auch technisch begrenzt, und so ist nur eine Annäherung an dieses Prinzip möglich. Kombiniert werden kompakte Fullrangeboxen, die alle möglichst das gleiche Abstrahlverhalten besitzen, und durch eine Processing-Einheit angesteuert werden. Bis zu welcher Frequenz dabei die Wellenfeldsynthese noch korrekt ist, kann unter Berücksichtigung der Lautsprecherabstände berechnet werden. So ist beispielsweise bei einem Lautsprecherabstand von 2 Metern die Wellenfeldsynthese nur noch bis zu einer Gerenzfrequenz von 85Hz physikalisch korrekt.



WFS an einer perforierten Wand



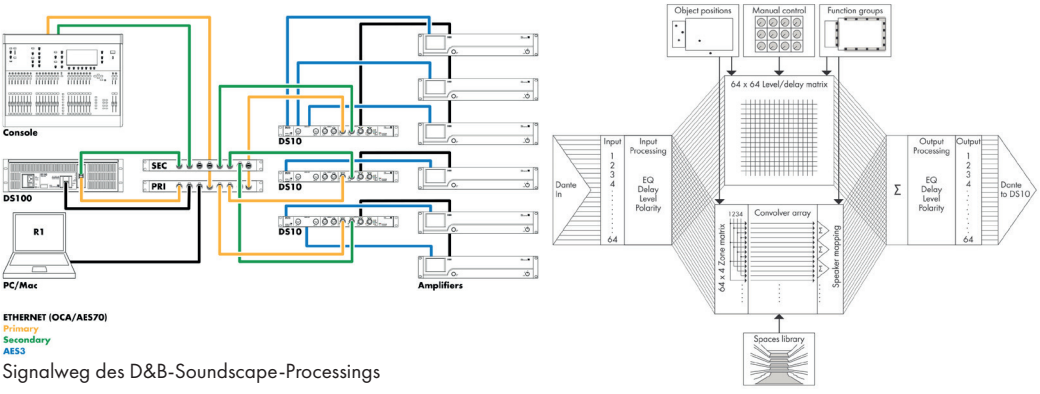
WFS durch Signal-Processing und Lautsprecher

Immersive Beschallungssysteme

Immersive Beschallungssysteme bauen eigentlich alle auf der Wellenfeldsynthese auf und bestehen daher oftmals aus einer Vielzahl von Lautsprechern, die von einer Signal-Processing-Einheit angesteuert werden. Wie genau und welche Möglichkeiten diese bieten, unterscheidet sich etwas bei den verschieden Herstellern dieser Systeme:

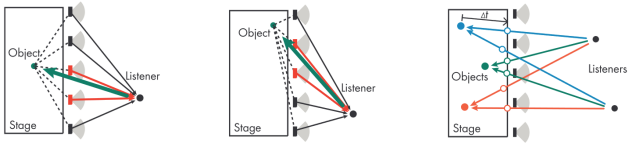
D&B Soundscape

Hauptziel von Soundscape ist laut D&B, dass Zuhörer sich auf die Musik konzentrieren können und die Beschallungsanlage dabei optimal unterstützt und nicht im Weg steht. Daher ist eine gleichmäßige Beschallung und eine optimale Ortbarkeit der Signale ein guter Grund um so ein immersives System einzusetzen. Die Lautsprecherkonfiguration kann dabei im Vorhinein mit der Simulationssoftware ArrayCalc simuliert werden. Wichtig dabei ist allerdings, dass jeder Lautsprecher einzeln angesteuert werden kann. Für eine „immersive" Beschallung ist allerdings auch noch eine Signal-Processing-Engine notwendig, bei Soundscape die DS100, eine 64x64-Matrix mit in- und output-Processing (EQ, Delay, Level, usw.). Steuerungseingriff haben dabei beispielsweise Software-Panning-Lösungen oder Tracking-Systeme.

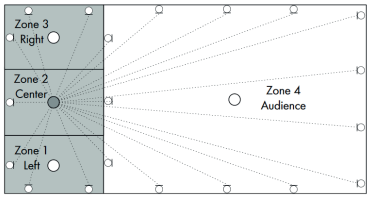


Signalweg des D&B-Soundscape-Processings

Wichtig für eine gute Lokalisation der Signale ist die Beachtung des Gesetz der ersten Wellenfront und somit auch das einzelne Ansprechen der Lautsprecher. Sas sogenannte EnScene schafft durch viele Laustprecherarrays über der Bühne eine gute Ortung der Schallquellen auf der Bühne:



EnSpace ist beim Soundscape-System eine Möglichkeit über als Surroundsystem verteilte Lautsprecher einen künstichen Raumklang zu erzeugen. Ziel dabei ist es, mithilfe von Impulsantworten, möglichst orginalgetreu eine Emulation jedes beliebigen Raumes zu ermöglichen. Das Processing erfolgt dabei in 4 Zonen mit verschiedenem Nachhall-Verhalten. Diese Raumemulation ermöglicht beispielsweise bei einem Klassik-Open-Air ein ähnliches Hörerlebnis zu haben, wie in einem Konzertsaal oder einer Kirche und kann somit Räume akustisch aufwerten.



L-ISA, Iosono und Dolby Atmos

Natürlich gibt es auch noch immersive Beschallungssysteme von anderen Herstellern. Zwei weit verbreitete Adressen sind dabei L-ISA von L-Acustics und Iosono, welches sich ursprünglich aus dem Fraunhofer-Institut entwickelt hatten.
L-ISA hat ungefähr die gleichen Ziele und eine ähnliche Herangehensweise, wie auch Soundscape hat. Somit wird dort auch mit aufwendigem Signal-Processing eine gute Lokalisation der Schallquellen und ein simulierter Raumklang möglich, wobei L-ISA einen noch stärkeren Fokus auf die Ortbarkeit legt.
Iosono legt hingegen seinen Fokus eher auf fest installierte, stationäre Beschallungsanlagen. Diese sind auch oft durch im Raum verteilte, vielzählige Lautsprecher näher an der Wellenfeldsynthese dran, wobei das in der Horizontalen meist wichtiger ist, als in der Vertikalen. Ein Signal-Processing ermöglicht auch hier objektbasiertes Arbeiten in einem dreidimensionalen Raum.
Dolby Atmos geht bei der immersiven Beschallung eher einen anderen Weg. Da Atmos außschließlich als fest installierte Beschallung existiert und sein Hauptdasein in Kino's ist, war es Dolby wichtig, eine Abwärtskompabilität zu anderen Kino-Formaten zu ermöglichen. Somit ist das grundlegende Konzept etwas anders: Eine Mischung in Dolby Atmos besteht hauptsächlich aus einem 5.1 oder 7.1-Soundbed, welches dann noch durch im Raum platzierte Objekte ergänzt werden kann. Somit ist es beispielsweise auch möglich, den Dialog im ortsstabilen Surround-Center, die Atmos vorne, hinten links und rechts zu beizubehalten und trotzdessen Effekte frei im Raum bewegen zu können.

Quellenangabe:

Frank Pieper: Das P.A.-Handbuch : praktische Einführung in die professionelle Beschallungstechnik
Volker Smyrek: Tontechnik : für Veranstaltungstechniker in Ausbildung und Praxis
Uli Eisner, Uli Hoppert: Mixing Workshop 2.0 : Leitfaden für Beschallung und Homerecording

www.professional-system.de
www.dbsoundscape.com
www.l-isa-immersive.com
de.wikipedia.org
www.pinterest.de
livemusicblog.com
curdt.home.hdm-stuttgart.de