

Audio-Beamforming

Bachelor Thesis Stefan Schaub und Mario Stoll
stefan@s-e.ch, mario@stolltech.ch
Digitale Signalverarbeitung / Dr. Daniel von Grünigen, Ivo Oesch
Experte: Peter Richli

Eine grosse Herausforderung bei der Beschallung von Veranstaltungen aller Art ist der Umgang mit der vorliegenden, vielfach schwierigen Raumakustik. Ein Beschallungslautsprecher sollte deshalb den Schall möglichst präzise gerichtet abstrahlen, damit nur die gewünschten Raumbereiche beschallt werden. Das Ziel dieses Projektes war es, einen Beschallungslautsprecher mit variabler Abstrahlcharakteristik zu entwickeln. Durch dreidimensional einstellbares Audio-Beamforming wird eine flexible Anpassung an den zu beschallenden Raum ermöglicht.

Ausgangslage

Die meisten Räume oder Hallen wurden nach optischen Kriterien entworfen, die Planung der Raumakustik wurde vielfach vernachlässigt. In diesen Fällen hat der Beschaller mit Raumreflexionen und langen Nachhallzeiten zu kämpfen, welche Sprache oder Darbietungen zu einem unverständlichen oder ungeniessbaren "Soundbrei" machen. Hinzu kommen verschärfte Rückkopplungsprobleme durch eine Vielzahl von indirekten Kopplungswegen über Reflexionen an verschiedenen Wänden sowie beispielsweise auch an Balkon-Brüstungen. Den grössten Qualitätsgewinn bei der Beschallung kann erreicht werden, wenn die Lautsprecher möglichst gut an die Beschallungsaufgabe angepasst sind. Wenn bei einem Lautsprecher also exakt eingestellt werden kann, welche Bereiche im Raum er beschallt und welche nicht, lassen sich viele akustische Probleme vermeiden.

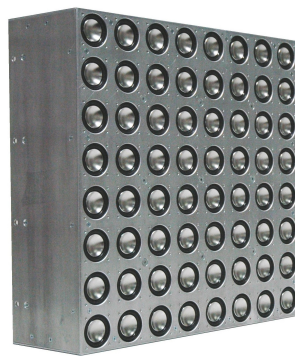
Lösungsansatz

Das Ziel der Projektarbeit war, einen Lautsprecher mit einstellbarer Abstrahlcharakteristik zu entwickeln. Eine variable Abstrahlcharakteristik wird durch ein zweidimensionales Array mit vielen kleinen Lautsprecher-

chassis erreicht.

Durch geeignete, separate Ansteuerung dieser Chassis kann gezielt konstruktive und destruktive Schallüberlagerung erzwungen und somit definiert werden, in welche Richtung sich der Schall vom Array ausgehend am besten ausbreiten kann.

Realisierung



Beamforming-Lautsprecher

Mit dem entstandenen Lautsprecher-System ist es möglich, dreidimensionales Audio-Beamforming zu realisieren, indem jedes Chassis unterschiedlich angesteuert wird. Für die Verarbeitung der unterschiedlichen Chassissignale wurde eine DFT-

Filterbank auf einem DSV-System implementiert. Die Filterbank wurde erweitert, damit für jeden DFT-Koeffizienten neben der individuellen Verstärkung auch eine unterschiedliche Verzögerung realisiert werden kann.

Die Koeffizienten, nach denen diese Teilbandverarbeitung erfolgt, werden abhängig der gewünschten Abstrahlcharakteristik mittels einer eigens entwickelten Berechnungs-Software ermittelt.

Damit das Abstrahlverhalten des realen Lautsprechers visualisiert werden kann, wurde ein Simulationsmodell des Lautsprechers erstellt. Das Modell und die Berechnungs-Software sind MATLAB-Applikationen, mit welchen geeignete Koeffizienten für die Signalverarbeitung berechnet werden können.

Die Ergebnisse des Lautsprecher-Systems und der dazugehörigen Software waren sehr zufriedenstellend, obwohl für das Simulationsmodell keine genauen Messdaten zur Verfügung standen.

Es ist erstaunlich, was mit den Mitteln der modernen DSV und einem Flächenlautsprecher möglich ist.

