

## Wellenfeldsynthese

Bei der lautsprecherbasierten Wiedergabe von Audiomaterial für mehrere Personen ist die optimale Klangqualität für die Zuhörer nur auf wenigen Plätzen gewährleistet. Eine korrekte räumliche Tonwiedergabe erfolgt bei konventionellen Verfahren oft nur für den sogenannten Sweet Spot, d. h. dem räumlichen Bereich, in dem die Klangwiedergabe den gewünschten Optimalklang erreicht. Außerdem leidet der Klangeindruck bisheriger Audiowiedergabesysteme deutlich, wenn die Lautsprecher bei der Wiedergabe nicht optimal positioniert sind.

Mit der Technologie der Wellenfeldsynthese, die an der TU Delft erfunden und vom Fraunhofer IDMT zur Marktreife entwickelt wurde, wird über nahezu den gesamten Wiedergaberaum ein natürlicher Raumeindruck geschaffen und eine akustisch realistische Einhüllung des Zuhörers erreicht.

### Technologischer Hintergrund

Die Grundidee der Wellenfeldsynthese, basiert auf dem Huygens'schen Prinzip der Wellenausbreitung. Überträgt man dieses Prinzip auf die Audiowiedergabe ist es möglich, das Schallfeld von Schallquellen sehr realitätsnah mit Hilfe von Lautsprecher-Arrays nachzubilden. Die Lautsprecherarrays sind dabei um den gesamten Wiedergaberaum angeordnet. Für jeden Einzellautsprecher wird ein individuelles Signal berechnet, so dass durch die Überlagerung der Lautsprechersignale das Schallfeld einer virtuellen Schallquelle im Wiedergaberaum entsteht. Somit kann das Klangfeld der Aufnahmesituation exakt reproduziert werden.

Nachgebildet werden können sowohl Punktquellen als auch ebene Wellenfronten. Neben der Synthese von »trockenen« Schallquellen ohne Raum ist es darüber hinaus möglich, die komplexe Akustik von Räumen wiederzugeben und virtuelle Schallquellen in einem vorher akustisch gemessen oder simulierten Raum erklingen zu lassen.

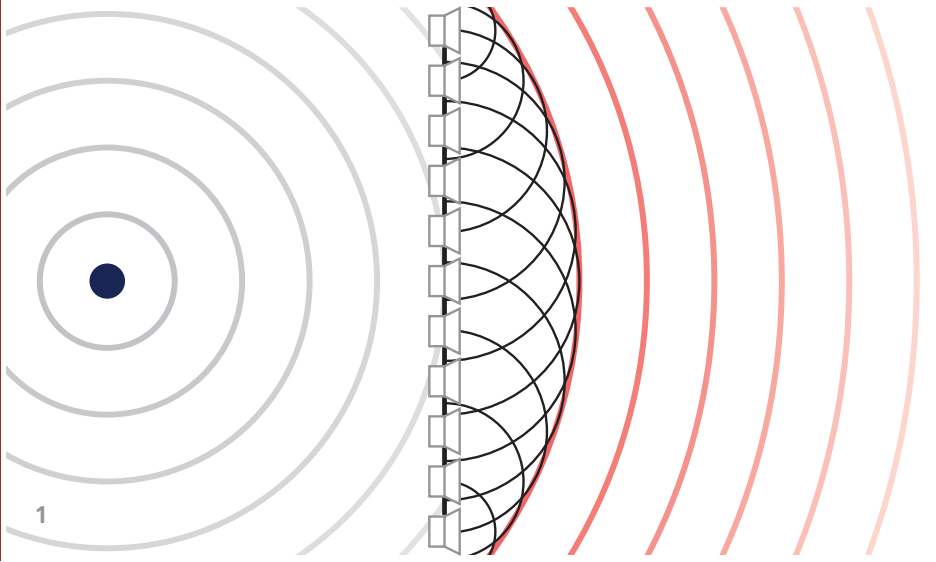
#### Fraunhofer-Institut für Digitale Medientechnologie IDMT

Ehrenbergstr. 31  
98693 Ilmenau

Ansprechpartner

Christoph Sladeczek  
Telefon +49 3677 467-388  
christoph.sladeczek@idmt.fraunhofer.de

[www.idmt.fraunhofer.de](http://www.idmt.fraunhofer.de)



### Praktische Umsetzung

Bei der Aufnahme werden Pegel, Position und Abstand der Schallquellen getrennt von den Schalleigenschaften des Raums aufgezeichnet und verarbeitet. Durch diese getrennte Erfassung ist es möglich, Schallquellen und Raum unabhängig voneinander zu manipulieren. Im Gegensatz zu konventionellen Wiedergabeverfahren, wie z. B. Stereo oder 5.1 Surround-Sound, werden deshalb Richtung und Entfernung von Schallquellen sehr exakt wiedergegeben. Sogar virtuelle Schallquellen können zwischen dem realen Lautsprecherarray und dem Hörer – und damit innerhalb des Wiedergaberaums – platziert werden (sog. fokussierte Schallquellen). Dies eröffnet zahlreiche neue künstlerische Möglichkeiten bei der Erstellung von räumlichen Tonmischungen.

Zur Speicherung und Übertragung von Audioobjekten, ihren Eigenschaften, ihrer Position sowie der Rauminformationen eignet sich das 3D-Audioprofil des MPEG-4-Standards. MPEG-4 ist derzeit das effizienteste Format zur qualitativ hochwertigen objektorientierten Codierung von Audio-daten. Durch die Verwendung aktueller Rechentechnik kann ohne weiteres eine

Vielzahl an virtuellen Schallquellen simultan auch für große Lautsprechersets, bestehend aus hunderten von Lautsprechern, berechnet werden. Die Erzeugung der Lautsprechersignale erfolgt in Echtzeit, wobei die Positionierung und Anzahl der Lautsprecherarrays variabel in Abhängigkeit des Hörorts ist. Die Eigenschaften der virtuellen Schallquellen, wie z. B. Lautstärke und Position, lassen sich interaktiv verändern.

### Kompatible Wiedergabe

Auch diskret abgemischte Audioproduktionen können mit Hilfe der Wellenfeldsynthese in höchster Audioqualität wiedergegeben werden. Die Lautsprecher werden dabei als virtuelle Schallquellen außerhalb des realen Wiedergaberaums an den für das jeweilige Format definierten Normpositionen platziert. Im Gegensatz zu einem realen Stereo oder 5.1 Lautsprecher-Setup lassen sich die virtuellen Setups interaktiv verändern und auf die Größe des Wiedergaberaums anpassen. Auf diese Weise wird sowohl eine stabile richtungsgerechte Wiedergabe für unterschiedliche Hörpositionen erreicht, als auch ein verbesserter räumlicher Klangeindruck im gesamten Wiedergaberaum geschaffen.

1 Der WFS-Algorithmus berechnet die Signale für die Lautsprecherarrays. Durch die Überlagerung der Schallwellen entsteht die Wellenfront einer virtuellen Schallquelle.