

# WAVE FIELD SYNTHESIS IN A LISTENING ROOM

Dissertation

zur

Erlangung des akademischen Grades

Doktor-Ingenieurin (Dr.-Ing.)

der Fakultät für Informatik und Elektrotechnik

der Universität Rostock

vorgelegt von

Vera Erbes, geb. am 23.02.1984 in Karlsruhe

aus Berlin

Rostock, 11.04.2020

# Zusammenfassung

Diese Dissertation untersucht den Einfluss des Wiedergaberaums auf Schallfelder, die mit Wellenfeldsynthese synthetisiert werden. Die Theorie sowie Einschränkungen in der Praxis für Wellenfeldsynthese werden aufgearbeitet und der Forschungsstand zur menschlichen Wahrnehmung von Wellenfeldsynthese wird zusammengefasst. Aufbauend auf einer detaillierten Analyse der veröffentlichten Literatur werden Methoden zur Untersuchung von räumlicher und klangfarblicher Wahrnehmung von Wellenfeldsynthese in einer reflektierenden Umgebung mittels Hörversuchen entwickelt, die auf Simulation mit Binauralsynthese und raumakustischer Simulation beruhen. Für die Evaluierung von Lokalisation wird eine Anzeigemethode entwickelt und erfolgreich auf ihre Genauigkeit getestet. Die Ergebnisse des Hörversuchs zur Lokalisation bestätigen für hallige Umgebungen, dass akkurate Lokalisation in der Wellenfeldsynthese nur bei kleinen Sekundärquellenabständen möglich ist und dass Reflexionen zu einer leichten Erhöhung der Lokalisationsunschärfe führen. Für die Wahrnehmung von Klangfarbe wird gezeigt, dass die typische Klangverfärbung der Wellenfeldsynthese, die durch räumliches Aliasing verursacht wird, durch die Reflexionen des Wiedergaberaums abgeschwächt wird. Die Ergebnisse können als Richtlinien zur Gestaltung von Wiedergaberäumen für Wellenfeldsynthese dienen.

# Abstract

This thesis investigates the influence of the listening room on sound fields synthesised by Wave Field Synthesis. The theory and the practical limitations of Wave Field Synthesis are reviewed and the state of research concerning the human perception of Wave Field Synthesis is summarised. With a detailed analysis of the published literature, methods are developed that allow for investigation of the spatial and timbral perception of Wave Field Synthesis in a reverberant environment using listening experiments based on simulation by binaural synthesis and room acoustical simulation. For the evaluation of localisation, a reporting method is developed and successfully tested for its accuracy. The results of the listening experiment on localisation confirm for reverberant environments that accurate localisation in Wave Field Synthesis is only possible for small secondary source distances and that reflections slightly increase the localisation blur. For the perception of timbre, it is shown that the typical Wave Field Synthesis colouration caused by spatial aliasing is alleviated by reflections from the listening room. The results can serve as guidelines for the design of listening rooms for Wave Field Synthesis.