

Wahrnehmung künstlich erzeugter Schallfelder

Hagen Wierstorf¹, Sascha Spors², Alexander Raake¹

¹Assessment of IP-based Applications, Technische Universität Berlin

² Institut für Nachrichtentechnik, Universität Rostock

12. März 2014



Fragestellung

Erzeugung künstlicher Schallfelder mittels vielkanaligen Lautsprecheraufbauten

- Unterschied zu realen Schallfeldern
- Hörversuche
- Modellierung

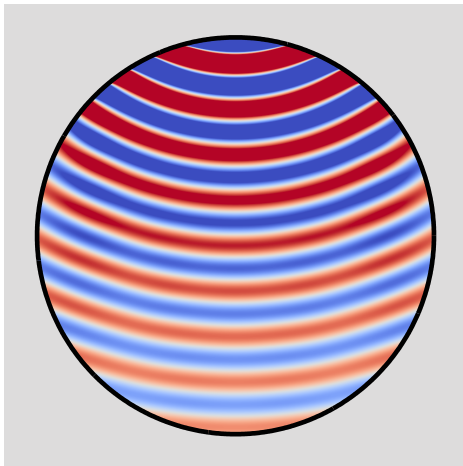
Wesentliche Aspekte: **Klangfarbe** und **Räumliche Wahrnehmung**

Schallfeldsynthese

Kontinuierlicher Lautsprecher



$f = 1000 \text{ Hz}$



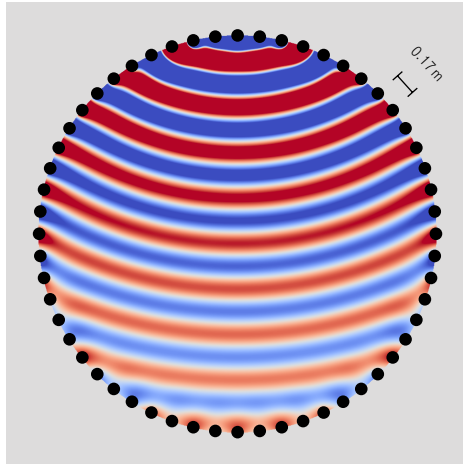
Wierstorf, Spors, Raake
Wahrnehmung künstlich erzeugter Schallfelder

Schallfeldsynthese

56 Lautsprecher



$f = 1000 \text{ Hz}$

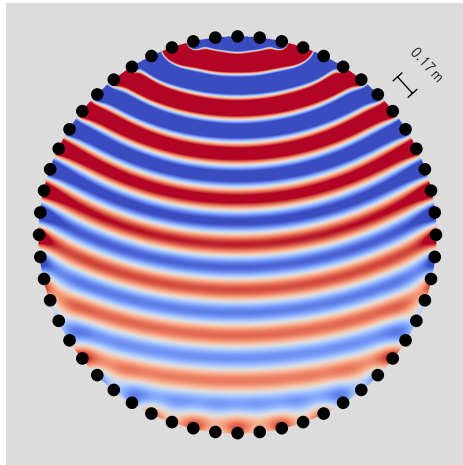


Wierstorf, Spors, Raake
Wahrnehmung künstlich erzeugter Schallfelder

Schallfeldsynthese

56 Lautsprecher, Ambisonics

$f = 1000 \text{ Hz}$

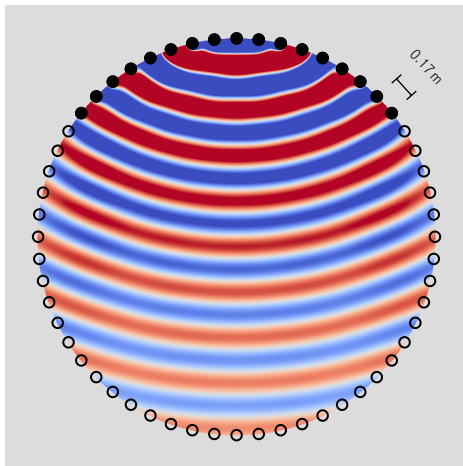


Wierstorf, Spors, Raake
Wahrnehmung künstlich erzeugter Schallfelder

Schallfeldsynthese

56 Lautsprecher, Wellenfeldsynthese

$f = 1000 \text{ Hz}$

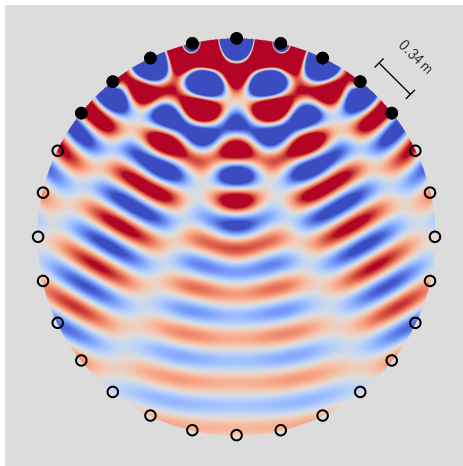


Wierstorf, Spors, Raake
Wahrnehmung künstlich erzeugter Schallfelder

Schallfeldsynthese

28 Lautsprecher, Wellenfeldsynthese

$f = 1000 \text{ Hz}$



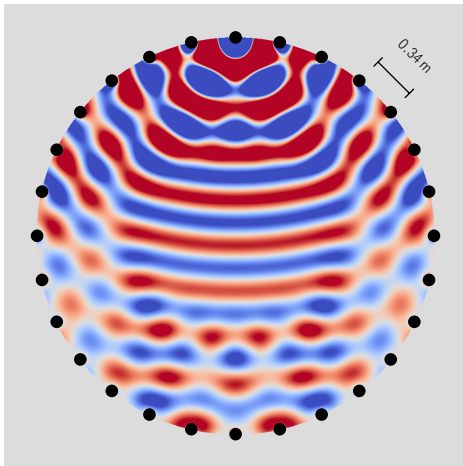
Wierstorf, Spors, Raake
Wahrnehmung künstlich erzeugter Schallfelder

Schallfeldsynthese

28 Lautsprecher, Ambisonics, räumliche Bandbegrenzung



$f = 1000 \text{ Hz}$
 $M = 14$



Wierstorf, Spors, Raake
Wahrnehmung künstlich erzeugter Schallfelder

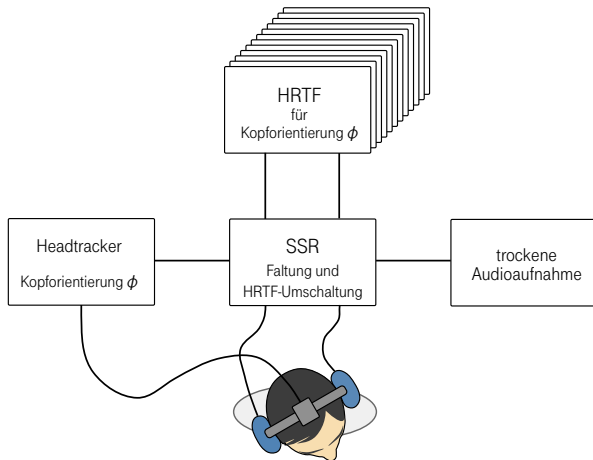
Lokalisations Experiment

Methode

Ziel: Lokalisation einer synthetisierten Quelle im gesamten Zuhörerbereich messen.

- “Schau in die Richtung aus der der Schall kommt”
- Laserpointer und Headtracker zur Erfassung
- 16 verschiedene Zuhörerpositionen
- verschiedene weiße Rauschpulse, 700 ms mit 300 ms Pause
- 12 Versuchspersonen

Dynamische Binauralsynthese



Simulierte Lautsprecher

Lokalisations Experiment

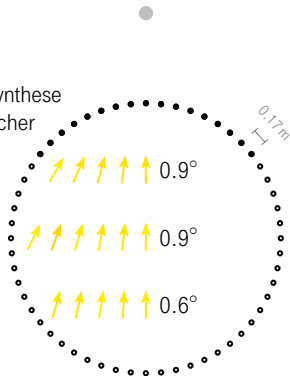
Aufbau



Ergebnisse

Wellenfeldsynthese

Wellenfeldsynthese
56 Lautsprecher



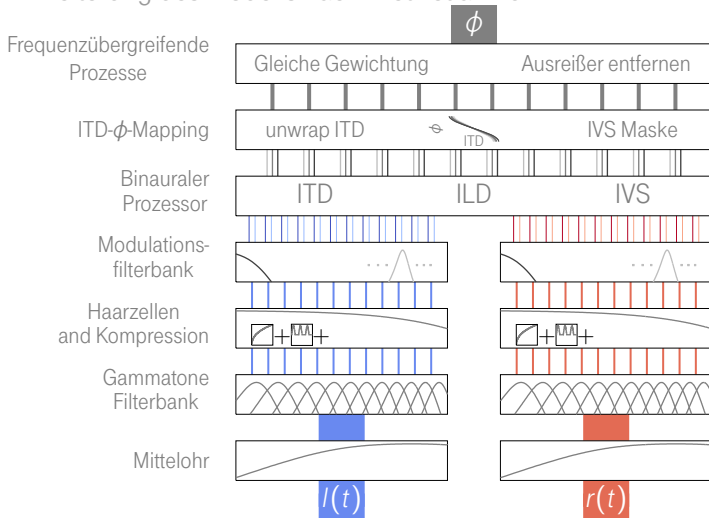
Experiment

?

Gehörmodell

Binaurale Modellierung

Erweiterung des Modells nach Dietz et al. 2011



Raatgever (1980)

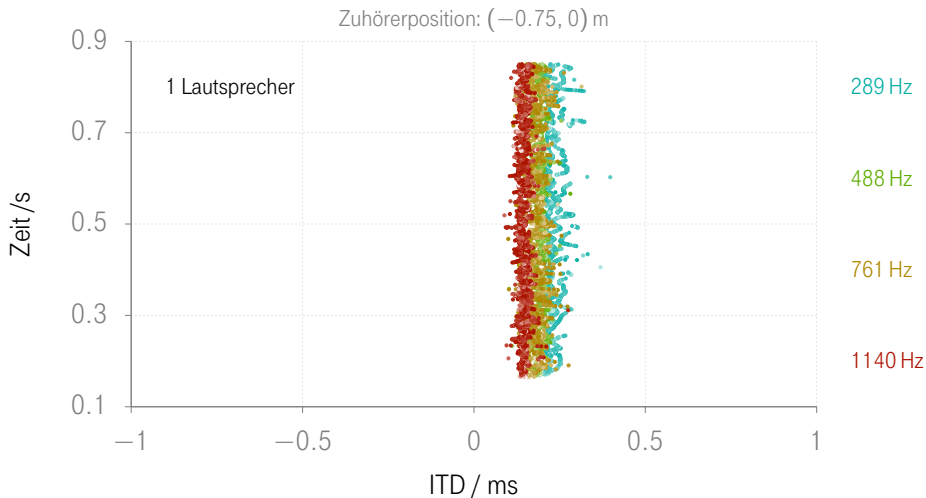
Park (2007)

<http://amtoolbox.sourceforge.net/>

Wierstorf, Spors, Raake
Wahrnehmung künstlich erzeugter Schallfelder

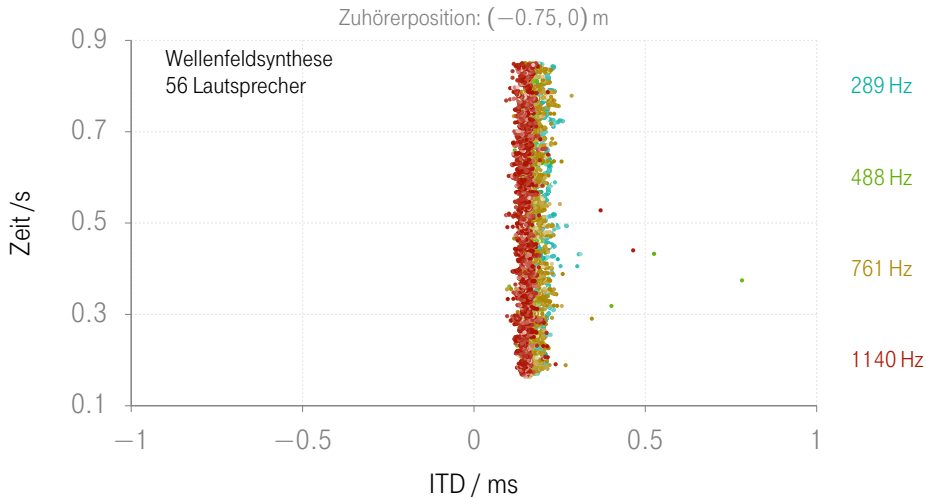
Binaurale Modellierung

Gewichtung einzelner Frequenzgruppen



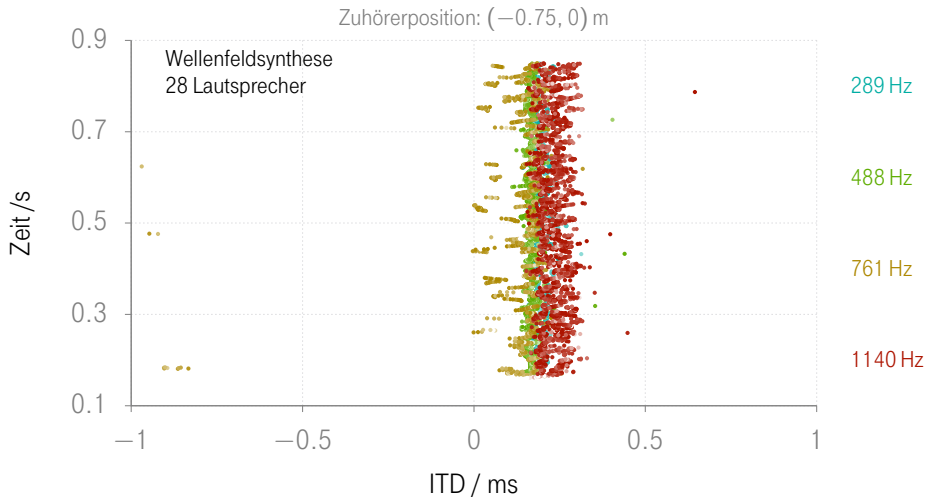
Binaurale Modellierung

Gewichtung einzelner Frequenzgruppen



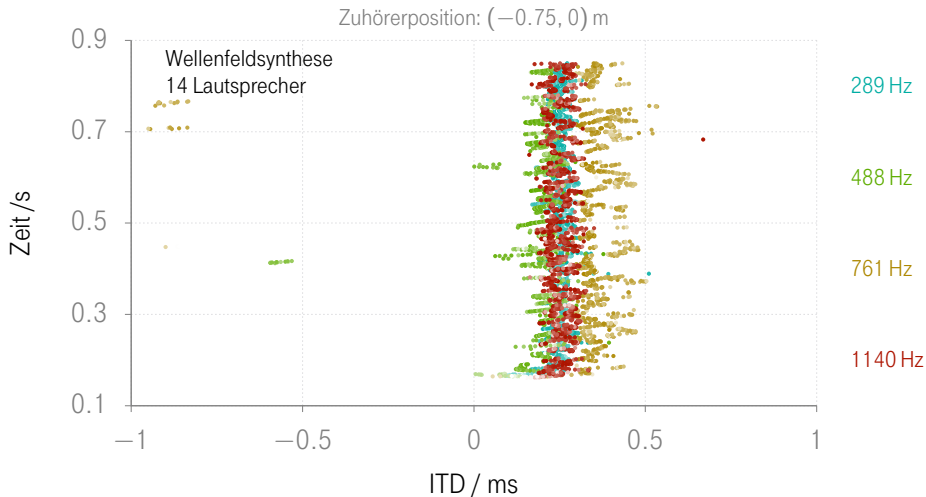
Binaurale Modellierung

Gewichtung einzelner Frequenzgruppen



Binaurale Modellierung

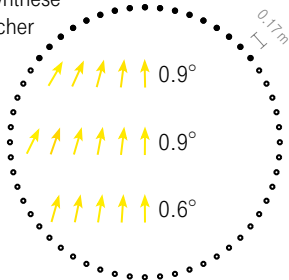
Gewichtung einzelner Frequenzgruppen



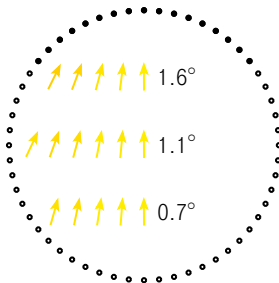
Ergebnisse

Wellenfeldsynthese

Wellenfeldsynthese
56 Lautsprecher



Experiment

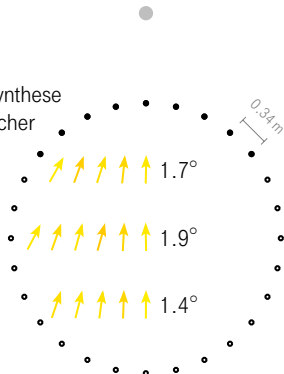


Gehörmodell

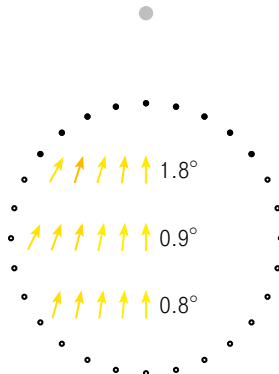
Ergebnisse

Wellenfeldsynthese

Wellenfeldsynthese
28 Lautsprecher



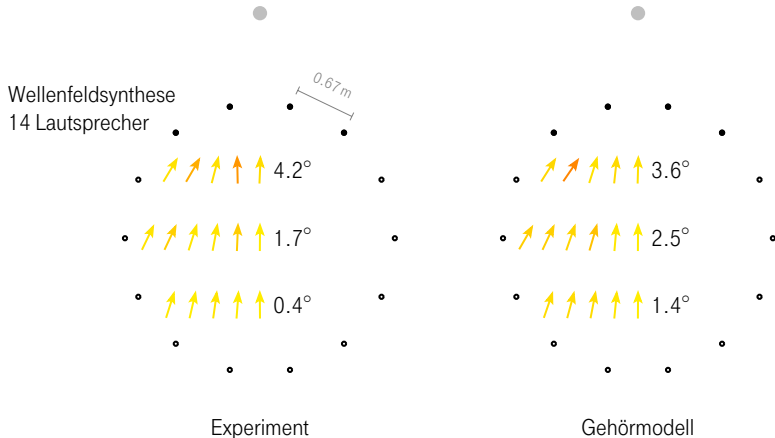
Experiment



Gehörmodell

Ergebnisse

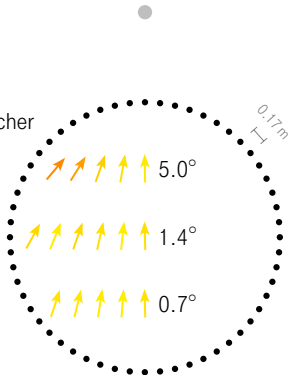
Wellenfeldsynthese



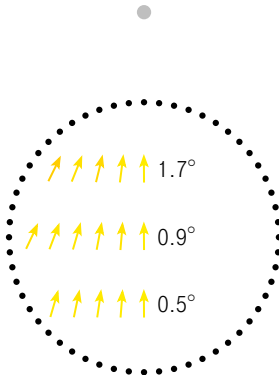
Ergebnisse

Ambisonics

Ambisonics
56 Lautsprecher
 $M = 28$



Experiment

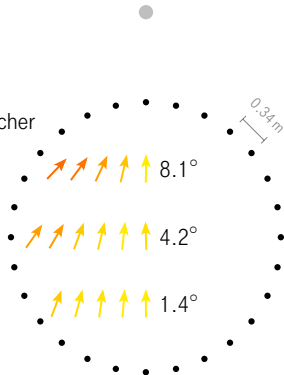


Gehörmodell

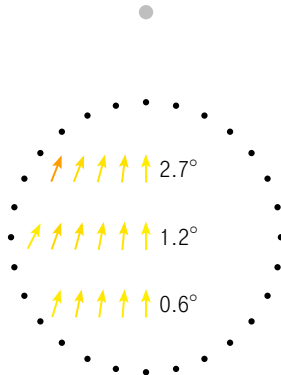
Ergebnisse

Ambisonics

Ambisonics
28 Lautsprecher
 $M = 14$



Experiment

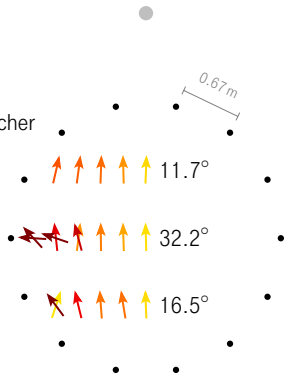


Gehörmodell

Ergebnisse

Ambisonics

Ambisonics
14 Lautsprecher
 $M = 7$



Experiment

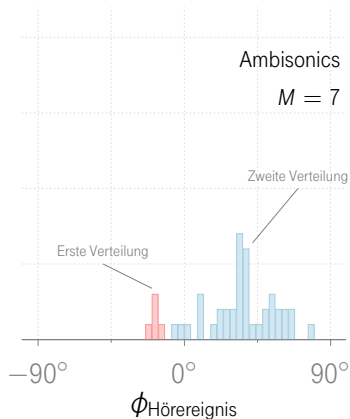
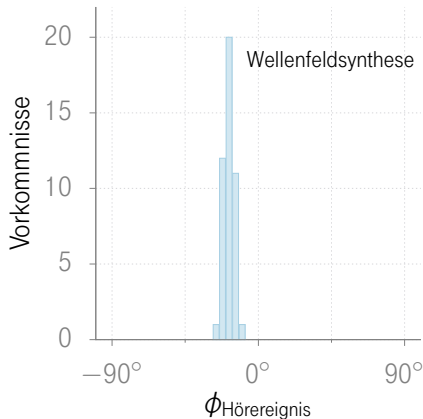
Gehörmodell

Mehrere Quellen

Experiment

11 Versuchspersonen, 5 Wiederholungen

Zuhörerposition: $(-1.00, -0.75, 0)$ m

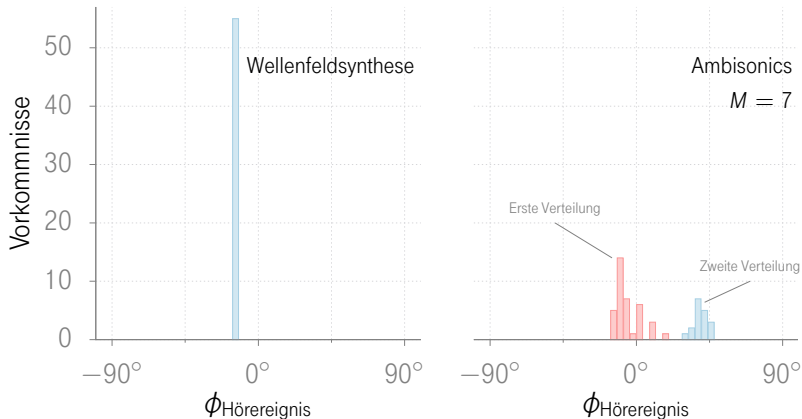


Mehrere Quellen

Modellierung

11 Kopforientierungen, 5 Wiederholungen

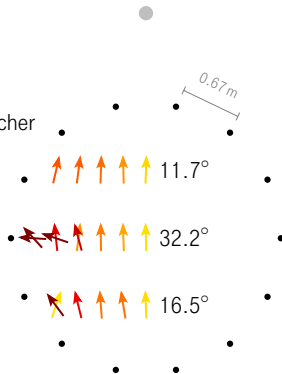
Zuhörerposition: $(-0.75, -0.75, 0)$ m



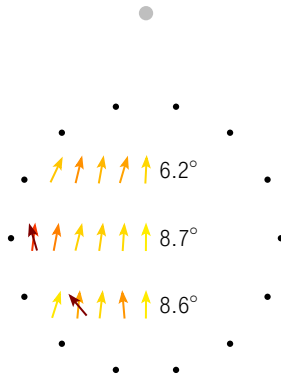
Ergebnisse

Ambisonics

Ambisonics
14 Lautsprecher
 $M = 7$



Experiment

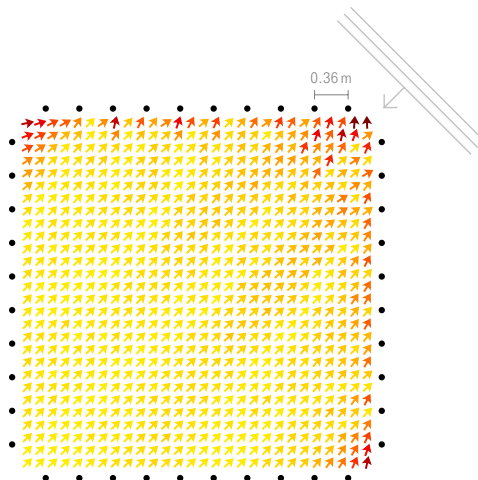


Gehörmodell

Messung und Vorhersage der Lokalisation für Schallfeldsynthese

- gesamter Zuhörerbereich
- gute Ergebnisse mittels Wellenfeldsynthese
- Ambisonics problematisch außerhalb des Zentrums
- Ambisonics im Zentrum weniger Klangverfärbung
- Modellierung der Lokalisation möglich
- interessante Stimuli für Modellierung, da widersprechende Cues

Anwendung des Modells

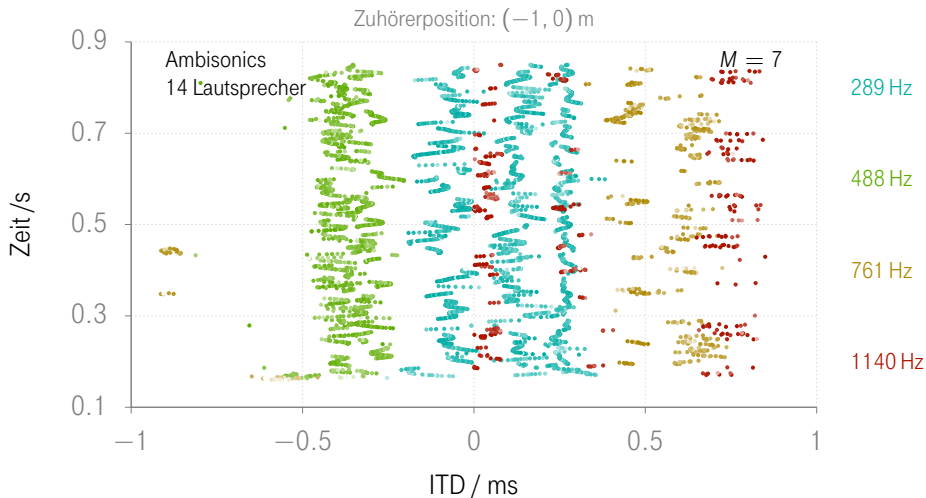


Danke

<http://twoears.eu>
<http://spatialaudio.net>
<http://gnuplotting.org>



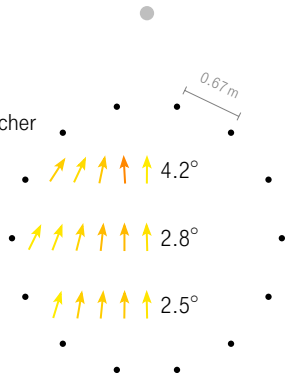
Binaurale Modellierung



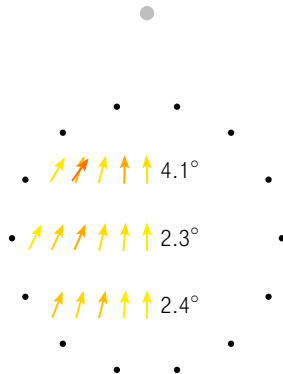
Ergebnisse

Ambisonics

Ambisonics
14 Lautsprecher
 $M = 28$



Experiment



Gehörmodell

Klangverfärbung

stark unterschiedlich

Klangverfärbung

kein Unterschied

Rauschen
Sprache

