

Hörtestergebnisse

Die Im Folgenden präsentierten Hörtestergebnisse sind eine Kurzfassung der Ergebnisse. Für eine umfangreichere Beschreibung der Testbedingungen wird auf die jeweilige Veröffentlichung verwiesen.

Raum-Divergenz Effekte

Ziel dieses Hörtests ist die Messung von Raum-Divergenz Effekten in Bezug auf die Wahrnehmung der Externalität. 23 Probanden wurden individuell in zwei Räumen vermessen. Die Räume sind akustisch verschieden: Beim Hörlabor (HL) handelt es sich um einen Raum nach Rec. ITU-R BS.1116-1 mit einer mittleren Nachhallzeit von 0.16 s und der Seminarraum (SR) hat eine mittlere Nachhallzeit von 1.4 s. Die Probanden wurden gefragt, ob sie die Schallquelle im Kopf wahrnehmen, extern aber nah am Kopf oder deutlich extern.

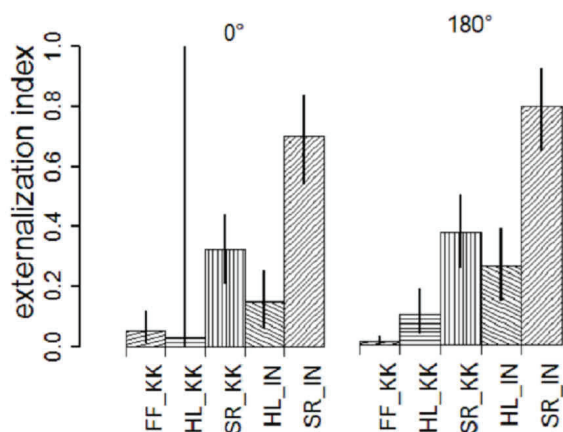


Abbildung 2: Hörtest im Seminarraum (SR)
Bewertung der Externalität für die Schalleinfallrichtungen 0° und 180° [5]

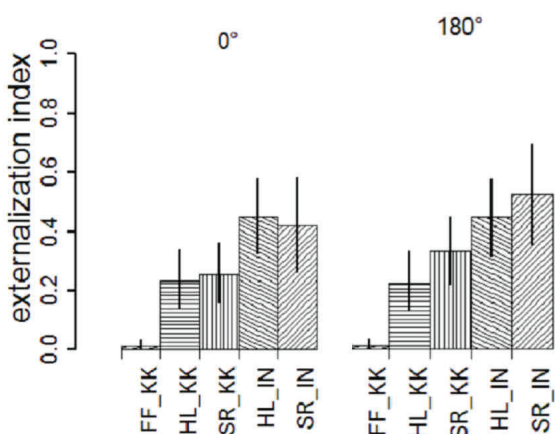


Abbildung 3: Hörtest im Hörlabor (HL)
Bewertung der Externalität für die Schalleinfallrichtungen 0° und 180° [5]

In den Abbildung 2 und 3 sind die Testergebnisse als Antworthäufigkeit für die Externalität angegeben. Dargestellt sind die Ergebnisse für die zwei Richtungen 0° und 180° sowie für die individuellen Aufnahmen aus beiden

Räumen (HL_IN, SR_IN), Kunstkopfaufnahmen aus beiden Räumen (HL_KK, SR_KK) sowie einer Freifeldbedingung (FF). Abbildung 2 zeigt die Testergebnisse im Seminarraum und Abbildung 3 die Ergebnisse aus dem Hörlabor. Im Vergleich der Grafiken zeigt sich, wie vor allem die Bewertungen der individuellen Aufnahmen von der Übereinstimmung zwischen synthetisiertem Raum und Wiedergaberaum abhängig sind. Weniger stark ausgeprägt ist dieser Effekt für die Aufnahmen mit Kunstkopf zu erkennen

Szenen und Raumkomplexität

Bei den folgenden zwei Hörtests wurde die Komplexität der Wiedergabeszenen variiert in dem Eine (A), Zwei (B) oder Drei (C) Quellen um den Hörer verteilt wurden. Abbildung 4 zeigt die Ergebnisse für die wahrgenommene Nachhallumhüllung für die genannten Szenen und für die verschiedenen Aufnahmeplätze inklusive der Freifeldbedingung (FF). Bei den Räumen handelt es sich um das bereits zuvor genannte Hörlabor (HL), einen Seminarraum (Hu201) und einen Hörsaal (LdV). Es ist zu erkennen das Qualitätsmerkmal Nachhallumhüllung durch die Raumakustik beeinflusst wird, aber nicht durch die Anzahl der Quellen. Diese Erkenntnis deckt sich mit Erfahrungen aus der Konzerthallenakustik.

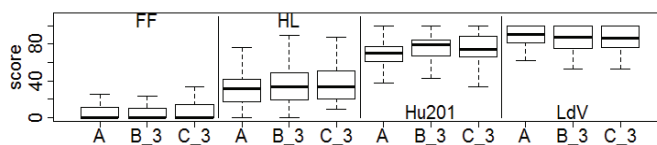


Abbildung 4: Bewertung der Nachhallumhüllung nach Szenen A bis C sowie für Aufnahmen aus den Räumen HL, Hu201, LdV und einer Freifeldaufnahme (FF)

Abbildung 5 zeigt die Bewertungen des Qualitätsmerkmals räumliche Präsenz für die Szenen verschiedener Komplexitäten aus dem Hörlabor und der Freifeldbedingung. Im Gegensatz zur Nachhallumhüllung ist für die räumliche Präsenz eine Abhängigkeit von der Komplexität der Szene zu erkennen.

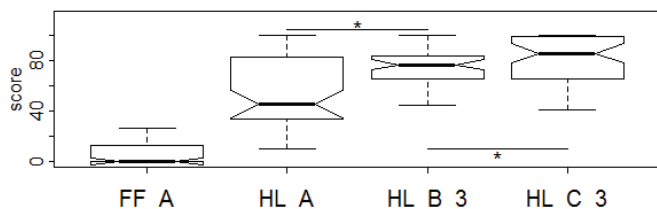


Abbildung 5: Bewertung der räumlichen Präsenz für drei verschiedene Audioszenen (A -1 Quelle bis C – 3 Quellen) und einer Freifeldreferenz

Adaptionseffekte beim räumlichen Hören

Auditive Adaptionenmechanismen sind vor allem bekannt aus der Psychologie und der Hörforschung. Das menschliche Gehör ist in der Lage Frequenzdiskriminierung zu lernen oder sich an den Klang von Hörhilfen anzupassen. Vergleichbare Anpassungsmechanismen gibt es auch beim

räumlichen Hören [7] und aktuelle Veröffentlichungen untersuchen diese Mechanismen im Rahmen der virtuellen Akustik [8] [9]. Der folgende Hörtest beschäftigt sich mit der Adaption auf nicht-individuelle binaurale Raumimpulsantworten (BRIR) und untersucht dabei die Veränderung bei der Wahrnehmung der Elevation. Von 13 Probanden wurden vor einer Lautsprecherwand individuelle BRIRs aus 168 verschiedenen Richtungen gemessen, wobei die Richtungen vertikal zwischen -17.5° und $+30.75^\circ$ platziert waren. Der Mess- und Testraum ist akustisch konform nach Rec. ITU-R BS.1116-1 bis auf seine größeren Dimensionen. Zusätzlich zu den individuellen BRIRs wurde ein Kunstkopf (KEMAR) unter den gleichen Bedingungen gemessen. Diese Daten dienen als Grundlage für das Trainingsexperiment. Nachdem die Probanden bereits einen Lokalisierungstest mit individuellen BRIRs und Kunstkopf BRIRs durchgeführt hatten, wurden sie durch zwei Trainingseinheiten an separaten Tagen mit Hilfe eines audiovisuellen Trainings an die Kunstkopf BRIRs gewöhnt. Die zwei Trainingseinheiten bestanden aus der Präsentation von jeweils 168 Testsignalen mit korrespondierender visueller Referenz. Die Ergebnisse der Hörtests mit individuellen BRIRs (Test „B“), mit KEMAR BRIRs vor dem Training (Test „C“) und nach dem Training (Test „D“) sind in Abbildung 6 dargestellt.

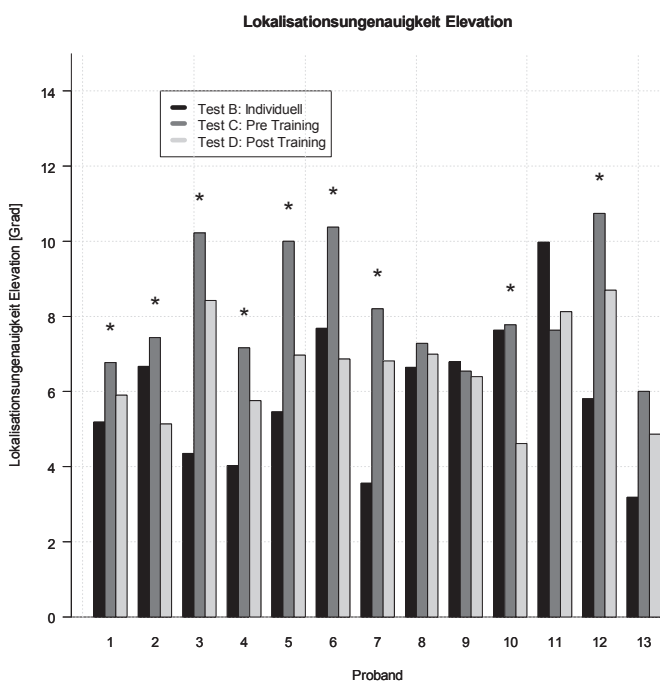


Abbildung 6: Lokalisationsgenauigkeit in der Medianebene für Lokalisationstests mit individuelle BRIRs (Test B), Kunstkopf BRIRs (Test C) und Kunstkopf BRIRs (Test D) nach audio-visuellem Training; * markiert signifikanten Unterschied zwischen Test C und D [6]

Die Ergebnisse von 9 Probanden zeigen dabei signifikante Unterschiede in der vertikalen Lokalisationsgenauigkeit beim Vergleich von „Test C“ und „Test D“. Individuelle Unterschiede sind erkennbar für die Lokalisationsleistung mit individuellen BRIRs als auch für den Lerneffekt (Differenz zwischen Test C und D).

Zusammenfassung

Die präsentierten Hörtestergebnisse zeigen eine Abhängigkeit der Qualitätsbeurteilung vom Kontext der Wiedergabe und wiedergegebenen Szene. Die Wahrnehmung von Externalität wird positiv beeinflusst durch die Kongruenz von Aufnahme- und Wiedergaberaum [5]. Bezüglich der Lokalisation hat sich gezeigt, dass die durch nicht-individuelle BRIRs entstanden Wahrnehmungseinschränkungen durch gezieltes Training gemindert werden können [6]. Für die Qualitätsbeurteilung und den Qualitätsvergleich von binauralen Wiedergabesystemen bedeutet dies, dass ein Vergleich von Binauralsystemen und ihrer technischen Eigenschaften nur unter Beibehaltung eines vergleichbaren Kontextes gültig sind.

Literatur

- [1] U. Jekosch, “Voice and Speech Quality Perception – Assessment and Evaluation”, Springer Series in Signal and Communication Technology, Berlin, 2005.
- [2] A. Raake, “Speech Quality of VoIP – Assessment and Prediction”, John Wiley & Sons, Chichester, West Sussex, 2006.
- [3] A. Silzle, “Generation of Quality Taxonomies for Auditory Virtual Environments by Means of Systematic Expert Survey”, PhD Thesis, Ruhr-Universität Bochum, Bochum, Germany, 2007.
- [4] A. Lindau, V. Erbes, H.-J. Maempel, S. Lepa, F. Brinkmann and S. Weinzierl, “A Spatial Audio Quality Inventory for Virtual Acoustic Environments (SAQI)”, in: *Acta Acustica u. w. Acustica*, **100**(5), pp. 984-994 (Spec. Issue on Auralization and Ambisonics), 2014.
- [5] S. Werner and F. Klein, “Influence of Context Dependent Quality Parameters on the Perception of Externalization and Direction of an Auditory Event,” 55th AES Conference on Spatial Audio, Helsinki, 2014.
- [6] F. Klein and S. Werner, “Auditory Adaptation in Spatial Listening Tasks”, to be published on 138th AES convention, Warsaw, Poland, 2015.
- [7] P. M. Hofman, J. G. Van-Riswick and A. J. Van Opstal, “Relearning sound localization with new ears”, *Nature Neuroscience*, vol. 1, no. 5, pp. 417-421, 1998.
- [8] P. Majdak, T. Walder and B. Labak, “Effect of long-term training on sound localization performance with spectrally warped and bandlimited head related transfer functions,” *J. Acoust. Soc. Am.*, vol. 134, no. 3, pp. 2148–2159, 2013.
- [9] C. Mendonça, “A review on auditory space adaptations to altered head-related cues,” *Frontiers in Neuroscience*, vol. 8, article 219, 2014.