

Livekonzert und Medienmusik: Immersive opto-akustische Simulationen als Werkzeug der Musik- und Medienrezeptionsforschung

Michael Horn, Alexander Lindau, Hans-Joachim Maempel & Stefan Weinzierl

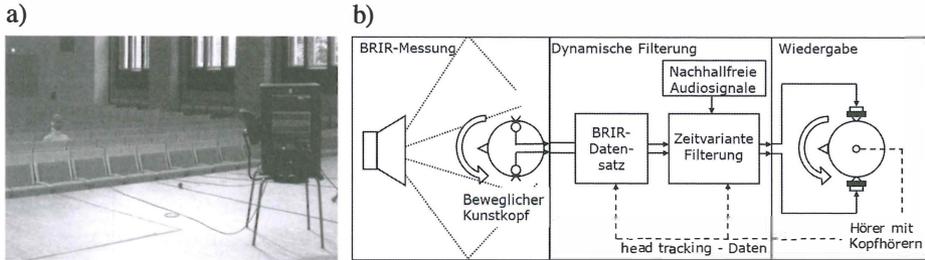
1 Motivation

Welchen Einfluss hat die Raumakustik auf die musikalische Aufführungsweise oder auf die ästhetische Bewertung eines Konzerts durch ein Publikum? Wie wirkt sich das je vom Tonmeister verwendete Aufnahmeverfahren auf das mediale Endprodukt aus? Auf welche Weise beeinflussen visueller und auditiver Eindruck die Wahrnehmung so komplexer Ereignisse wie die einer Konzertaufführung? Solcherart musik- und medienpsychologische Fragestellungen können heute mit Verfahren der virtuellen Realität, d. h. mit opto-akustischen Simulationen in Laborumgebungen flexibel und effizient untersucht werden. Die Anwendung dieser Verfahren soll im Folgenden exemplarisch anhand einer Studie zum Verhältnis von Livekonzert und Medienmusik veranschaulicht werden. Für eine kritische Methodenreflexion sei an dieser Stelle auf Lindau und Lepa (im Druck) verwiesen.

2 Akustische Simulation

Die dynamische Binauralsynthese (Lindau et al., 2007) stellt ein geradezu ideales Werkzeug für die flexible Herstellung realitätsnaher akustischer Stimuli dar. Das Verfahren basiert auf sog. binauralen Raumimpulsantworten (BRIRs), welche das raumakustische Übertragungsverhalten zwischen prinzipiell beliebigen Schallquellen und den Ohren eines menschlichen Empfängers beschreiben. Der mit Mikrofonen an den Ohrkanaleingängen und einem steuerbaren Halsgelenk ausgestattete Kunstkopf-Torso-Simulator FABIAN ermöglicht die Vermessung solcher BRIRs für verschiedene Kopforientierungen eines Hörers (Lindau & Weinzierl, 2006; Abb. 1a). Filtert man nachhallfrei aufgenommene Musiksignale *dynamisch* mit diesen BRIRs, d. h. tauscht Letztere entsprechend der von einem Sensor verfolgten Kopforientierung in Echtzeit aus, kann sich bei der Wiedergabe über Kopfhörer ein Höreindruck einstellen, der von untrainierten Hörern nicht mehr sicher von der akustischen Realität unterschieden werden kann (Lindau, 2014; Abb. 1b).

Angewandt auf die Simulation von Konzertsälen und typischen medialen Wiedergaberäumen ermöglicht das Verfahren damit überzeugende Direktver-

**Abb. 1:**

(a): Aufnahme binauraler Raumimpulsantworten mit dem Kunstkopftorsosimulator, FABIAN im Konzertsaal. (b): Prinzipdarstellung der Signalflüsse bei dynamischer Binauralsynthese.

**Abb. 2:**

Maßstabsgerecht überlagerte Darstellung der realen Musiker und der zur Erstellung der binauralen Simulation verwendeten Lautsprechersysteme (5 x Meyersound UPL-1)

gleiche vormalig inkommensurabler Bedingungen. Für die im Folgenden beschriebene Studie zum Wahrnehmungsunterschied zwischen live aufgeführter und medialer Musik wurden dazu zunächst einige Musikstücke für Streichquartett und Gesang nachhallfrei im reflexionsarmen Raum der TU Berlin aufgenommen. Für die binaurale Simulation der Konzertsituation wurden dann in einem Konzertsaal für jede der fünf Musikerpositionen BRIRs an zwei Hörerplätzen und für verschiedene Kopforientierungen vermessen (vgl. Abb. 1a). Die realen Musiker wurden dabei durch geeignete Lautsprechersysteme ersetzt (vgl. Abb. 2). Um für die geplanten Hörversuche auch medial-typische Tonaufnahmen dieses „Lautsprecherensembles“ zu erhalten, richtete ein Tonmeister zusätzlich – entsprechend gängigen Mono-, Stereo und Surroundaufnahmeverfahren – verschiedene Stütz-, Haupt- und Raummikrofone ein.

Im Anschluss daran wurden die raumakustischen Übertragungsfunktionen je Lautsprecher zu allen Mikrofonen vermessen. Die eigentlichen Aufnahmespuren der verschiedenen Mikrofonverfahren wurden dann in einem Nachbearbeitungsschritt durch Filterung des nachhallfreien Audiomaterials mit dem Übertragungsverhalten der einzelnen Mikrofone synthetisiert. Für die binauralen Simulationen prototypischer medialer Wiedergabeumgebungen wurden (a) ein *in-ear*-Kopfhörer, (b) 1-, 2-, und 5-kanalige Lautsprecher setups in einem professionellen Tonstudio, sowie (c) eine Wellenfeldsyntheseanlage mit 56 Lautsprechern jeweils am *sweet spot* ebenfalls mit dem erwähnten binauralen Messroboter vermessen. Unter Verwendung der synthetischen Mikrofonspuren produzierte ein Tonmeister für jedes dieser Wiedergabeformate „marktübliche“ Abmischungen.

3 Optische Simulation

Zur Steigerung der Plausibilität der zu simulierenden Rezeptionssituationen wurden passende Bildstimuli erzeugt. Dabei stellt die stereoskopische Bildaufnahmetechnik das optische Äquivalent zur Binauraltechnik dar: Mit kommerziellen stereoskopischen Kameras lassen sich – zumindest für begrenzte Sichtfelder – überzeugende, maßstabsgetreue Bewegtbildstimuli mit Tiefeneindruck erzeugen. Dazu wurden im Konzertsaal *stereoskopische* Aufnahmen aus der Perspektive der beiden Hörerplätze sowie *monoskopische* Aufnahmen aus verschiedenen Kameraperspektiven – typisch für eine konventionelle Musikvideo-Produktion – aufgezeichnet. Die medialen Settings (Tonstudio, WFS-Studio)



Abb. 3:

Opto-akustische Hörversuchsumgebung: Proband mit extraauralem Kopfhörer, 3D-Brille und Versuchsinterface (Laptop)

wurden ebenfalls *stereoskopisch* gefilmt und wahlweise um – in einen dort aufgestellten Fernseher nachträglich bildtechnisch montierte – aus den obigen Aufnahmen produzierte *monoskopische* Musikvideos ergänzt.

4 Hörversuch

Im Hörversuch wurden die binauralen Signale mit einem speziellen extraauralen Kopfhörer und bewegungsinteraktiv wiedergegeben. Die optischen Stimuli wurden – nach Kalibrierung auf die realen Beleuchtungs- und Abbildungsverhältnisse der simulierten Rezeptionsorte – im 120Hz-Shutterverfahren stereoskopisch auf eine zylindrische Projektionsfläche projiziert (vgl. Abb. 3).

Anschließend beschrieben 18 – nach Alter und Geschlecht geschichtet und nach Erfahrungshintergrund einschlägig, aber dabei möglichst kontrastierend – ausgewählte Versuchspersonen in einem Versuch nach dem Repertory-Grid-Verfahren (Kelly, 1955) ihre auditiven, visuellen und audiovisuellen Eindrucksunterschiede durch insgesamt 376 individuell formulierte bipolare Attributpaare. Dieser Pool qualitativer Aussagen wird erstmals empirisch fundiert die dominierenden Bewertungsdimensionen medialer und natürlicher Musikwahrnehmung liefern; eine formale statistische Auswertung des Materials ist derzeit in Bearbeitung.

Literatur

- Kelly, G. A. (1955). *The psychology of personal constructs. Volume one: A theory of personality*. New York: W.W. Norton & Co.
- Lindau, A. (2014). *Binaural resynthesis of acoustical environments. Technology and perceptual evaluation*. Dissertation, Technische Universität Berlin. Retrieved April 16, 2015, from <https://opus4.kobv.de/opus4-tuberlin/frontdoor/index/index/docId/5333>
- Lindau, A., Hohn, T. & Weinzierl, S. (2007). Binaural resynthesis for comparative studies of acoustical environments. In Audio Engineering Soc. (Ed.), *Proceedings of the 122nd AES Convention*. Vienna, Austria, preprint no. 7032.
- Lindau, A. & Lepa, S. (im Druck). Dynamische Binauralsynthese – ein Verfahren der virtuellen Akustik als Ansatz zur Untersuchung technologiebezogener Hypothesen im Rahmen medienpsychologischer Rezeptionsexperimente. In *Beobachtungsverfahren in der Kommunikationswissenschaft* (Jahrbuch der Fachgruppe Methoden der DGPK). Köln: Halem.
- Lindau, A. & Weinzierl, S. (2006). FABIAN – An instrument for software-based measurement of binaural room impulse responses in multiple degrees of freedom. In Bildungswerk des VDT. (Hrsg.), *Bericht der 24. Tonmeistertagung. Leipzig 2006* (S. 621–625). Bergisch Gladbach: VDT.