

Zum Einfluss der optischen Darbietungsweise auf audio-visuelle Interaktionen beim Lautheitsurteil

Daniel Menzel, Armas Gottschalk, Norman Haufe, Florian Völk, Hugo Fastl
 AG Technische Akustik, MMK, TU München, 80333 München, E-Mail: menzel@mmk.ei.tum.de

Einleitung

Die Lautheitsbeurteilung synthetischer oder technischer Schalle kann durch gleichzeitig dargebotene Farbreize, beispielsweise Farbflächen oder Abbildungen eingefärbter Produkte, beeinflusst werden (Fastl [1]). Bei der Untersuchung solcher audio-visueller Interaktionen werden häufig Bildschirme zur Darstellung der optischen Stimuli eingesetzt (siehe z.B. Fastl et al. [3], Menzel et al. [7]), was zur Folge hat, dass die gezeigten Farbstimuli nur einen kleinen Teil des Gesichtsfeldes der Probanden abdecken. Zudem ist die erreichbare Realitätsnähe bei Bildschirmdarstellung eingeschränkt. Der vorliegende Beitrag geht daher der Frage nach, ob die Verwendung anderer Anzeigemedien audio-visuelle Interaktionen begünstigen kann. Es werden Ergebnisse aus Experimenten mit Bildschirmdarstellung, vergrößerter Darstellung auf einer Leinwand sowie bei Verwendung optischer virtueller Realitäten in einer CAVE verglichen. Die Realitätsnähe wurde dabei zusätzlich durch den Einsatz virtueller Akustik mittels binauraler Raumsynthese erhöht.

Versuchsaufbau und -durchführung

Für den Vergleich von Bildschirm- und vergrößerter Leinwanddarbietung wurden kurze Videosequenzen eines vorbeifahrenden Zugs in den Farben Hellrot (c_1), leuchtendes Grün (c_2), Magenta (c_3), Lindgrün (c_4) und Grau (c_5) verwendet (siehe Abbildung 1). Die Präsentation er-

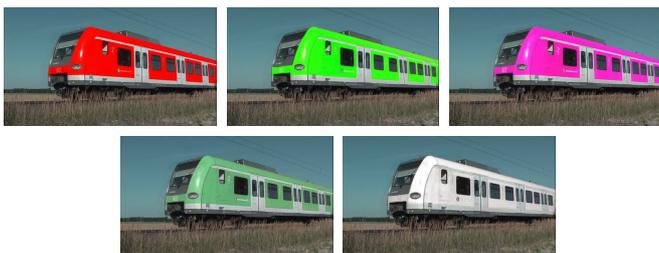


Abbildung 1: Standbilder aus den bei Bildschirm- und Leinwanddarbietung verwendeten Videosequenzen.

folgte einerseits mittels eines farbkalibrierten 21" LCD Bildschirms (Eizo CG211), andererseits über einen ebenfalls kalibrierten Projektor (Epson EMP-TW700), der auf einer Leinwand eine Bild diagonale von 2.6 m produzierte. In beiden Fällen war der Versuchsraum abgedunkelt.

Als akustische Stimuli kamen Aufnahmen von sechs Zugvorbeifahrten zum Einsatz, die in ihrem jeweiligen Originalpegel ($L_{AF,max} = 71.3$ bis 85.3 dB(A)) diotisch über Kopfhörer (Beyer DT48) mit Freifeldentzerrer nach Fastl und Zwicker [2] dargeboten wurden.

Zur Steigerung der Realitätsnähe wurden weitere Versuche in einer CAVE (CAVE Automatic Virtual Environment) durchgeführt. Hierbei können auf mehrere Leinwände stereoskopische Bilder projiziert werden. Als optische Stimuli kamen computergenerierte Animationen eines vorbeifahrenden Fahrzeugs zum Einsatz (Abbildung 2). Aufgrund der in der CAVE eingesetzten Projek-

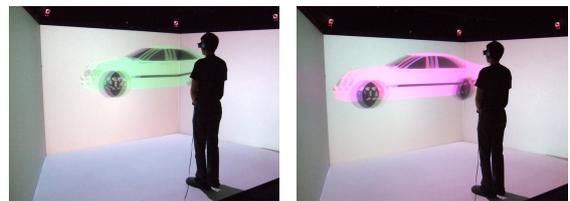


Abbildung 2: Beispiele für in einer CAVE dargebotene optische Stimuli (in der Bewegung fotografiert)

tionstechnik konnte die Farbwiedergabe nicht kalibriert werden. Die Farben der gezeigten Fahrzeuge wurde daher per Augenschein an die vorherigen Experimente angepasst.

Als akustische Stimuli dienten fünf PKW-Vorbeifahrten ($L_{AF,max} = 72.8$ bis 76.7 dB(A)), die in diesem Experiment mittels binauraler Raumsynthese (siehe Völk et al. [8]) so wiedergegeben wurden, dass ihr Hörereignisort mit dem gesehenen Ort der Fahrzeuge übereinstimmte.

In allen Versuchen wurden sämtliche Kombinationen aus Schall und Bild in pseudozufälliger Reihenfolge insgesamt drei mal präsentiert. Die Aufgabe der Probanden war es, per freier Größenschätzung mit mündlicher Urteilsabgabe die Lautheit der Schalle zu bewerten. An den Experimenten nahmen 11 bis 16 normalhörende Personen teil. Mittels eines Farbsehtests nach Ishihara [4] wurde sichergestellt, dass keine Anzeichen auf Farbsehstörungen bestanden.

Ergebnisse

Um den Einfluss der unterschiedlichen Farben auf die Lautheitsurteile zu quantifizieren, wurden die farbabhängigen Antworten der Probanden auf den Median pro Schall normiert und anschließend pro Farbe über alle Schalle gemittelt. Die so berechnete *Verschiebung der Lautheitsurteile* gibt an, um welchen Wert sich die Lautheitsurteile der Probanden in Abhängigkeit der Farbe relativ zum mittleren Urteil unterscheiden. Es zeigte sich dabei in allen Fällen, dass eine deutlich Gruppenbildung der Versuchspersonen vorliegt. Mehr als die Hälfte der Probanden ließ sich in ihrem Urteil von den präsentierten Bildern im Mittel nicht beeinflussen.

Abbildung 3 zeigt die Ergebnisse für die auf dem Bildschirm dargebotenen Zugvorbeifahrten. Man erkennt drei

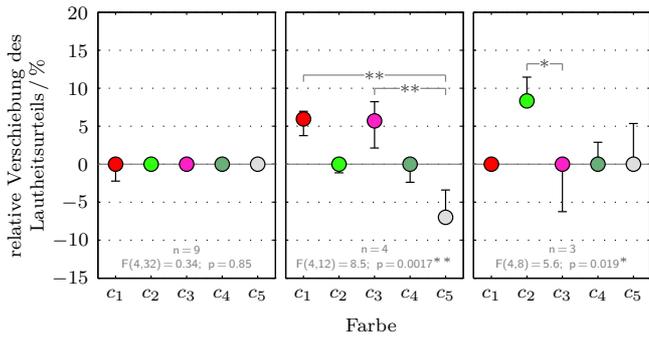


Abbildung 3: Farbeinfluss auf die Lautheitsbeurteilung von Zugvorbeifahrtgeräuschen bei Darbietung eingefärbter Züge auf einem Monitor.

Gruppen: neun Probanden zeigen keine Hinweise auf einen Farbeinfluss, vier Personen gaben bei roten und magentafarbenen Zügen gegenüber grauen Zügen hochsignifikant höhere Urteile ab, drei Probanden bewerteten leuchtend grüne Züge als signifikant lauter. Ähnliche Ergebnisse finden sich bei vergrößerter Leinwanddarbietung (Abbildung 4).

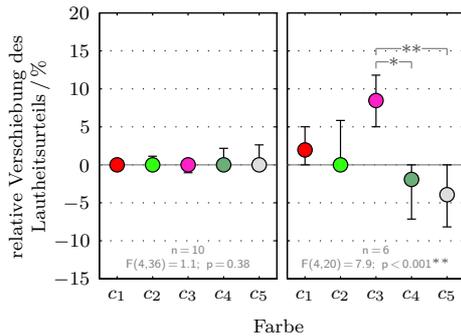


Abbildung 4: Farbeinfluss auf die Lautheitsbeurteilung von Zugvorbeifahrtgeräuschen bei Darbietung eingefärbter Züge auf einer Leinwand.

Die Verwendung stereoskopischer Darstellung in Kombination mit binauraler Raumsynthese führte nicht zu einer Erhöhung des Farbeinflusses auf die Lautheitsbeurteilung (Abbildung 5).

Diskussion

Personen, die in ihrem Lautheitsurteil von den gezeigten optischen Stimuli beeinflusst wurden, bewerteten oft Schalle in Kombination mit Rot und Magenta als lauter, während Lindgrün und Grau zu niedrigeren Urteilen führten. Diese Tendenz konnte schon in früheren Untersuchungen beobachtet werden (siehe Menzel et al. [5]). Als „schreiend“ bewertete Farben wie Hellrot und Hellgrün führten hierbei gegenüber nicht schreienden Farben wie Grau oder Dunkelgrün ebenfalls zu niedrigeren Lautheitsurteilen.

Entgegen der eingangs erwähnten Hypothese konnten jedoch keine Anzeichen gefunden werden, dass eine vergrößerte

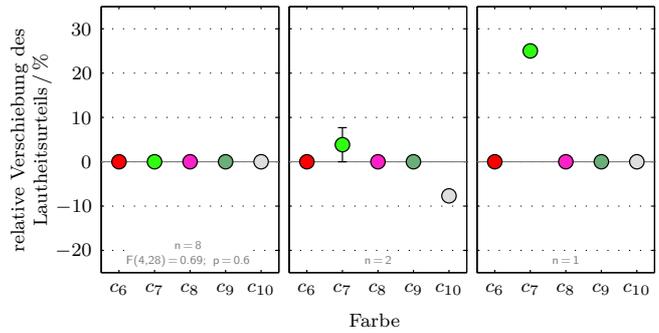


Abbildung 5: Farbeinfluss auf die Lautheitsbeurteilung von Fahrzeugvorbeifahrtgeräuschen unter Verwendung binauraler Raumsynthese bei Darbietung eingefärbter PKW in einer CAVE.

größerte optische Darstellung Farbeinflüsse auf Lautheitsurteile begünstigt. Sowohl bei Verwendung eines Bildschirms als auch bei Leinwanddarbietung ergibt sich eine Gruppenbildung, wobei ca. 40% der Versuchspersonen in ihrem Lautheitsurteil von den dargebotenen Farben beeinflusst waren. Die Größenordnung der beobachteten Unterschiede zwischen den „lautesten“ und „leisesten“ Farben lag in beiden Fällen bei ca. 12%.

Das Fehlen signifikanter Farbeffekte bei Verwendung einer CAVE könnte auf die technisch bedingt ungünstige Farbdarstellung aufgrund der stereoskopischen Projektion zurückzuführen sein. Zudem war eine vollständige Abdunkelung des Versuchsraums in diesem Fall nicht möglich.

Danksagung

Diese Arbeit wurde von der DFG im Rahmen der Projekte FA140/4 sowie FA140/5 gefördert.

Literatur

- [1] Fastl, H.: Audio-visual interactions in loudness evaluation. In: Proc. 18th ICA Kyoto, Japan, 1161-1166, 2004
- [2] Fastl H., E. Zwicker: Psychoacoustics - Facts and Models, 3rd Ed., Springer Heidelberg, New York, 2007
- [3] Fastl, H., T. Fleischer, J. Stelkens: Remote psychoacoustic experiments on audio-visual interactions. In: Proc. 20th ICA Sydney, CD-ROM, 2010
- [4] Ishihara, S.: The series of plates designed as a test for colour blindness: 24 plates edition. Kanehara, Tokyo, 1990
- [5] Menzel, D., T. Dauenhauer, H. Fastl.: Crying Colours and their influence on loudness judgments. In: NAG/DAGA 2009, 1528-1531, 2009
- [6] Menzel, D., N. Haufe, H. Fastl: Colour-influences on loudness judgements. In: Proc. 20th ICA Sydney, CD-ROM, 2010
- [7] Menzel, D., H. Fastl, R. Graf, J. Hellbrück: Influence of vehicle color on loudness judgments. J. Acoust. Soc. Am. 123 (2008), 2477-2479
- [8] Völk, F., S. Kerber, H. Fastl, S. Reifinger: Design und Realisierung von virtueller Akustik für ein Augmented-Reality-Labor. In: Fortschritte der Akustik, DAGA'07, 673-674 (Dt. Gesell. für Akustik e.V., Berlin 2007)