

Visueller Kanal oder Ablenkung? Einfluß einer optischen Komponente auf die Beurteilung der Geräuschqualität von Fahrzeug-Innengeräuschen

Ch. Patsouras, M. Böhm

AG Technische Akustik, Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation, TU München

Einleitung

Bei Untersuchungen zur Geräuschqualität im Labor, stellt sich des öfteren die Frage, ob die so erzielten Ergebnisse für die Praxis repräsentativ sind. Oder ob viel mehr bei der Beurteilung der Geräuschqualität eines Produkts "im wirklichen Leben" nicht eine Vielzahl von anderen Einflußfaktoren in das Urteil mit einfließt.

In der vorliegenden Studie wurde der Einfluß eines zusätzlich zum akustischen Reiz dargebotenen optischen Reizes auf das Urteil der Geräuschqualität bei Innengeräuschen von Fahrzeugen der oberen Mittelklasse untersucht.

Drei getrennte Versuchsreihen wurden durchgeführt, in welchen zunächst die Geräuschqualität in klassischer Laborsituation - d.h. Kopfhörerdarbietung in einer Hörkabine - gemessen wurde. In einer zweiten Reihe wurden die Geräusche gleichzeitig mit einer optischen Darbietung von Fahrzeugen kombiniert. Eine weitere Versuchsreihe sollte die Aufmerksamkeit der Versuchspersonen stärker auf die Informationsaufnahme über den visuellen Kanal lenken. Hierzu wurden während der akustischen Darbietung optisch Innen- und Außenansichten des Fahrzeugs präsentiert und um zusätzlich kognitive Aspekte mit ins Spiel zu bringen mit technischen Daten des Fahrzeugs unterlegt. Nach einer solchen "akusto-optischen" Darbietung hatten die Versuchspersonen Fragen zu dem Gesehenen und Gehörten zu beantworten.

Experimente

Mit einem Kunstkopf HMS II von Head Acoustics wurde das Innenstandgeräusch im Leerlauf von 5 verschiedenen Fahrzeugen auf Fahrer- und Beifahrerposition aufgenommen. In den Experimenten wurden die Signale in einer schallgeschützten Kabine über einen freifeldentzerrten STAX-Kopfhörer mit Originalpegel dargeboten.

An allen drei Experimenten nahmen 6 normalhörende Versuchspersonen im Alter von 24 bis 29 (Median 25) Jahren teil.

Klassische Laborsituation

Die hier als "klassische Laborsituation" bezeichnete Versuchsumgebung besteht aus einer abgedunkelten Hörkabine (Größe etwa 1,5m x 1,5m). In der Kabine befindet sich neben dem Kopfhörer eine Tastatur, womit die Versuchsperson ihr Urteil abgibt, und ein Monitor, worauf die eingegebenen Zahlenwerte verfolgt werden können.

Zu Beginn des Experiments erhalten alle Versuchspersonen eine Versuchsbeschreibung, in welcher ihnen die Art der Schalle (Innengeräusche stehender Fahrzeuge mit der Situationsbeschreibung: Warten an der roten Ampel) erläutert wird. Hierauf werden die Versuchspersonen aufgefordert, die Geräuschqualität der gehörten Schalle absolut in ein Kategoriensystem zwischen 0 (für sehr schlechte Qualität) und 100 (für sehr gute Qualität) einzustufen.

Optische Darbietung

In der Versuchsreihe "optische Darbietung" sollte der visuelle Input, den die Versuchsperson während der Schalldarbietung erhält, variiert werden. Hierzu wurden den Versuchspersonen gleichzeitig zur akustischen Darbietung über eine Videobrille (Sony Glasstron PLM-S700E) Abbildungen von Fahrzeugen (stehende Bilder) präsentiert. Bei der Darbietung der Abbildungen über Videobrille erscheint vor der Versuchsperson eine virtuelle Bildgröße von 30 Zoll in 1,2 m Abstand (Abbildung 1). Um die Versuchspersonen nicht durch die gewohnte Eingabetechnik per Tastatur abzulenken, wurden die Urteile der Versuchspersonen durch lautes Sprechen über Mikrofon vom Versuchsleiter außerhalb der Hörkabine aufgenommen.

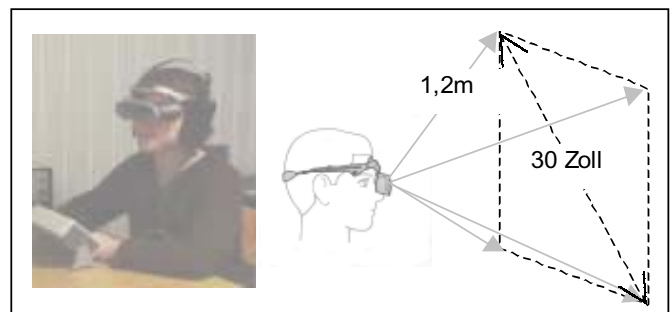


Abb. 1: Links: Versuchsperson bei der Durchführung der Versuchsreihe "optische Darbietung", rechts: durch die Videobrille vermittelte virtuelle Bildgröße.

Versuchsbeschreibung und Methode war die gleiche wie bei klassischer Laborsituation.

Optische Darbietung und kognitive Aufgabe

Im dritten Teilerperiment sollte die Aufmerksamkeit der Versuchspersonen noch stärker auf die Informationsaufnahme über den visuellen Kanal gelenkt werden. Hierzu wurden die Versuchspersonen während der Schalldarbietung gleichzeitig über technische Details, verbunden mit optischen Außen- und Innenaufnahmen der Fahrzeuge, am Monitor informiert. Nach einer solchen Darbietung wurden den Versuchspersonen bis zu drei Fragen zu dem Gesehenen und Gehörten gestellt. Anzahl und Art der Fragen variierten bei jeder Darbietung. Bei den Fragen zur Geräuschqualität hatten die Versuchspersonen, wie in den vorangegangenen Versuchsreihen, das Kategoriensystem zwischen 0 und 100 zur Verfügung.

Ergebnisse

Die in Abbildung 2 dargestellten Ergebnisse stellen die Mediane und Wahrscheinlichen Schwankungen aller 6 Versuchspersonen dar.

Die Ergebnisse der klassischen Laborsituation sind durch die schwarzen Rauten repräsentiert, die der Experimente mit zusätzlicher optischer Darbietung durch die blauen Quadrate, die bei zusätzlicher kognitiver Belastung durch die roten Dreiecke.

Die intraindividuellen Schwankungen belaufen sich bei allen drei Telexperimenten durchwegs unter ± 10 Kategorienpunkte, was bedeutet, daß die größeren Wahrscheinlichen Schwankungen auf interindividuelle Unterschiede zurückzuführen sind.

Betrachtet man den Verlauf der Ergebnisse der ersten Versuchsreihe mit "klassischer Laborsituation", so erstreckt sich der Wertebereich von dem Geräusch mit der besten Geräuschqualität bis zu dem Geräusch mit der schlechtesten Geräuschqualität von 90 bis 20.

Bei der Versuchsreihe "mit optischer Darbietung" ergeben sich verglichen zur ersten Versuchsreihe kaum meßbare Unterschiede in der Geräuschqualität.

Die Ergebnisse der dritten Versuchsreihe weisen jedoch eine deutliche Tendenz zu mittleren Geräuschqualitäten auf. So ergibt sich eine Einschränkung des Wertebereichs von bester zu schlechtester Geräuschqualität auf 75 bis 35.

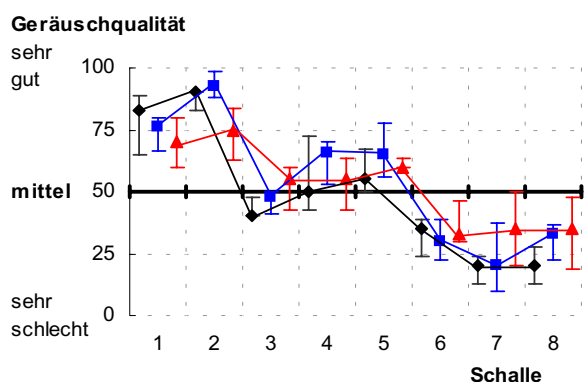


Abb. 2: Geräuschqualität von 0 (sehr schlecht) bis 100 (sehr gut) der Schalle 1 bis 8 für die drei Versuchsbedingungen.

Rauten: klassische Laborsituation,
 Quadrate: plus optische Darbietung,
 Dreiecke: plus optische Darbietung und kognitive Belastung.

Unterzieht man für jeden dargebotenen Schall die Urteile der Versuchsreihen I und II, bzw. der Versuchsreihen I und III einem statistischen Signifikanztest (Wilcoxon), so erhält man die in Tabelle 1 dargestellten Werte.

Schalle	1	2	3	4	5	6	7	8
VR I / II	0,608	0,133	0,418	0,152	0,016	0,102	0,085	0,036
VR I / III	0,098	0,017	0,010	0,584	0,373	0,391	0,009	0,030

Tab. 1: Signifikanzen für alle Schalle jeweils zwischen den Versuchsreihen "klassische Laborsituation" und "optische Darbietung" (Zeile 2) bzw. "klassische Laborsituation" und "optische Darbietung mit kognitive Aufgabe" (Zeile 3).

Legt man ein Signifikanzniveau von 5% zugrunde, so erweisen sich bei einem Vergleich der Bedingungen I und II die Urteile bezüglich der Geräuschqualität in 2 Fällen von acht als

signifikant unterschiedlich, bei einem Vergleich der Bedingungen I und III in 4 der acht Fälle (grau hinterlegte Felder in Tabelle 1).

Diskussion

Wie Abbildung 1 und Tabelle 1 zu entnehmen ist, ergeben sich zunächst bei zusätzlicher optischer Darbietung kaum meßbare Unterschiede zur Situation ohne optische Darbietung. Fünf der acht Schalle werden im Median mit höheren Werten in der Geräuschqualität bewertet (davon jedoch nur zwei auf einem 5%-Niveau signifikant). Die optische Darstellung der Fahrzeuge könnte demnach die Versuchspersonen zu einem besseren Urteil in der Geräuschqualität verleitet haben.

Werden die Personen jedoch während der Schalldarbietung geistig belastet (bewußtes Einprägen des optisch Dargebotenen und der technischen Daten), so werden vormals besser beurteilte Geräusche schlechter bewertet bzw. vormals schlechter beurteilte Geräusche nun besser. Die Werte tendieren im Median in fünf der acht Fälle (davon vier statistisch signifikant) zu dem Wert 50 für mittlere Geräuschqualitäten. Es scheint also, daß die Versuchspersonen nunmehr, da sie nicht mehr so gut in der Lage sind auf das Geräusch zu achten, ein weniger präzises Urteil über die Geräuschqualität abgeben.

Zusammenfassung

Bezüglich der im Titel gestellten Frage 'Visueller Kanal oder Ablenkung?' könnte man demnach folgendermaßen argumentieren: Während (in unserem Fall) bei der alleinigen Darbietung von optischer Information die Geräuschqualität eher positiv beeinflusst wurde, stellte eine optische Darbietung mit einer auf den visuellen Kanal gezwungenen Aufmerksamkeit eher eine Ablenkung vom auditiven Kanal dar und läßt die Geräuschqualität zu mittleren Werten hin abschweifen.

Dank

Diese Arbeit wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft unter FA 140/2 gefördert. Für das Zurverfügungstellen der Schalle danken die Autoren der Faist Automotive GmbH.

Literatur

Zwicker, E., Fastl, H.: Psychoacoustics - Facts and Models. 2nd updated edition. Springer, Heidelberg, New York (1999).
 Hempel, Th.: Untersuchungen kognitiver Einflüsse auf die Bewertung von Fahrzeuginnengeräuschen. In: Fortschritte der Akustik, DAGA 98, Verl.: Dt. Gesell. für Akustik e.V., Oldenburg, 102-103, 1998.
 Viollon, S., Landavier, C., Drake, C.: A Sound Judgement Depending On The Urban Visual Setting? In: Forum Acusticum, Berlin, 1999.
 Cederlöf, F., Jonsson, E., Kajland, A.: Annoyance reactions to noise from motor vehicles - an experimental study, Acustica 13, 270-279, 1963.
 Steven, H.: Subjektive Beurteilung von Geräuschemissionen von Lastkraftwagen. Forschungsinst. Geräusche und Erschütterungen Aachen, (ed.), Report 105 05 104/02, Umweltbundesamt, Berlin, 1981.