

# Beurteilung eines Flugzeuginnengeräuschs in Abhängigkeit von der Kabinen-Farbgestaltung

Inga Holube, Ina Eilers, Andreas Escher, Achim Klein, Florian Kramer, Lisa Wilholt, Florian Wolters  
 Institut für Hörtechnik und Audiologie, Jade Hochschule, 26121 Oldenburg, E-Mail: Inga.Holube@fh-oow.de

## Einleitung

Innerhalb eines Studierendenprojektes wurde untersucht, ob die u.a. durch [1] und [2] erzielten Ergebnisse zur synästhetischen Beeinflussung von akustischen und visuellen Reizen [3] auf andere Anwendungsbeispiele und andere Testmethoden übertragen werden können. Als Anwendungsbeispiel wurde die Wahrnehmung von Flugzeuginnengeräuschen in Abhängigkeit von der Kabinen-Farbgestaltung (bildliche Darstellung in blau, gelb, grün, rot, siehe Abb. 1) ausgewählt. Die webbasierte Beurteilung erfolgte durch einen Paarvergleich und eine Bewertung basierend auf semantischen Differentialen.



**Abbildung 1:** Verwendete Abbildungen eines Flugzeuginnenraums (Quelle: Angela Michel mit freundlicher Genehmigung).

## Vorstudie

Aus vier verschiedenen Flugzeuginnengeräuschen wurde durch Befragung von 23 Probanden ein stationäres Geräusch mit einer Dauer von 4 s ausgewählt. Dieses Geräusch wurde von 22 Probanden mit frei artikulierten Adjektiven charakterisiert. Aus den Adjektiven mit den meisten Nennungen wurden fünf bipolare Adjektivpaare (dumpf/schrill, leise/laut, monoton/abwechslungsreich, sicherheitsvermittelnd/bedrohlich, angenehm/unangenehm) gebildet.

## Probanden

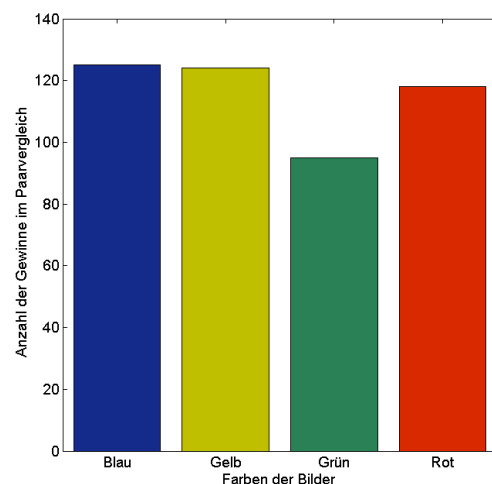
An der Studie nahmen 39 Probanden (Paarvergleich) und 46 Probanden (Semantisches Differential) im Alter von 17 bis 55 Jahren (Mittelwert 26 bzw. 30 Jahre) teil. Die Probanden sollten keine Vorerfahrungen in psychoakustischen Untersuchungen aufweisen. Die Hörschwelle und das Sehvermögen der Probanden wurden nicht erfasst.

## Webbasierte Teststruktur

Die Bewertungen der Stimuli wurden online durchgeführt. Jeder Proband musste sich über eine im Web-Browser geöffnete Flash-Anwendung für den entsprechenden Test registrieren. Danach wurden die akustischen und visuellen Stimuli und die Instruktionen auf den PC des Probanden geladen und der Test dort gestartet. Nach Abschluss des Tests wurden die Ergebnisse auf den Web-Server übertragen. Die für die akustische und die visuelle Darbietung verwendete Hardware bestand also aus dem persönlichen PC und Kopfhörer der Probanden und war damit individuell unterschiedlich. Zu Beginn des Tests mussten die Probanden eine angenehme Lautstärke einstellen. Das Flugzeuginnengeräusch wurde bei diesem Pegel und bei in Abhängigkeit von der Testmethode reduzierten Pegeln angeboten.

## Paarvergleich

Beim Paarvergleich musste aus zwei identischen akustischen Stimuli mit unterschiedlich eingefärbtem Bild die subjektiv lautere Alternative ausgewählt werden. Zwischen den angebotenen Paaren wurde der Pegel um 0, 2 oder 4 dB gegenüber dem eingestellten Pegel reduziert, damit die Probanden von der Gleichheit der Pegel innerhalb der Paare abgelenkt werden. Um den visuellen Eindruck zu verstärken, wurde bei jeder Klangdarbietung das jeweilige Kabinenbild am Bildschirm vergrößert dargestellt.



**Abbildung 2:** Anzahl Gewinne im Paarvergleich.

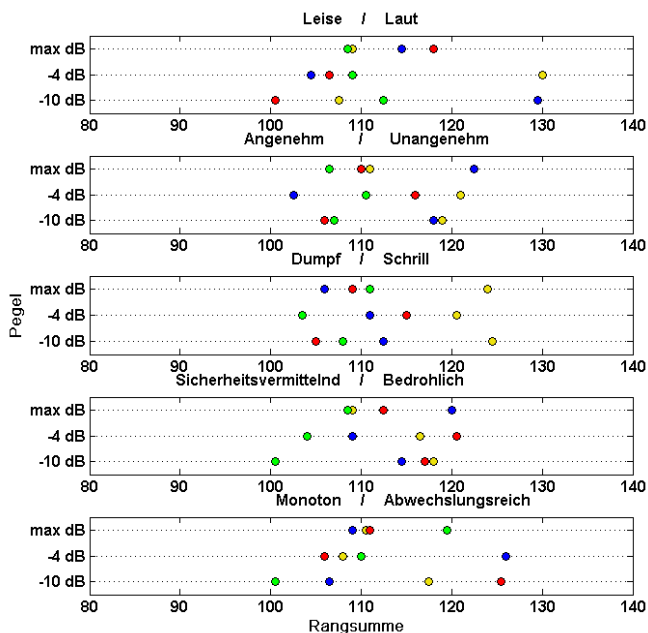
Die Analyse der Probandenbewertungen zeigte ein hohes Maß an zwischen den Vergleichen aufgetretenen widersprüchlichen Antworten (geringe Konsistenz). Alle Antworten mit einem Konsistenzkoeffizienten von kleiner als 0,2 wurden nicht in die Auswertung einbezogen.

Abb. 2 zeigt die Anzahl der Gewinne in Abhängigkeit von der Farbgestaltung. Tendenziell wurde grün weniger häufig als lautere Alternative ausgewählt. Jedoch verwendeten die Probanden bei der Beurteilung kein einheitliches Kriterium (nicht signifikante Akkordanz).

## Semantisches Differential

Im zweiten Test wurde jeweils nur eine Kombination aus akustischem und optischem Stimulus angeboten, die anhand der vorgegebenen Adjektivpaare auf einer siebenstufigen Skala (-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3) mit jeweils 10 Zwischenschritten bewertet werden musste. Der Pegel wurde um 0, 4 und 10 dB gegenüber dem eingestellten Pegel (bezeichnet als „max dB“) reduziert.

Aufgrund der unterschiedlichen Lage und Spannbreite der individuellen Antworten der Probanden auf den vorgegebenen Antwortskalen wiesen die Ergebnisse große Streuungen auf. Der Friedman-Test zeigte keinen signifikanten Einfluss der Farbe auf die Bewertung mit Hilfe der Adjektivpaare für die verschiedenen Darbietungspegel. Zur Eliminierung der großen Streuungen wurde pro Proband, Adjektivpaar und Darbietungspegel eine Rangreihenfolge für die Farben erstellt. Die so ermittelten Ränge wurden anschließend für alle Probanden summiert, so dass sich die in Abb. 3 dargestellten Rangsummen ergaben. Die Rangsummen liegen in einem Bereich von 100 bis 130 und damit relativ dicht zusammen im Vergleich zu einer minimal möglichen Rangsumme von 46 und einer maximal möglichen Rangsumme von 184.



**Abbildung 3:** Rangsummen der Ergebnisse im semantischen Differential für alle fünf Adjektivpaare und alle drei angebotenen Pegel.

Die in Abb. 3 gezeigten Ergebnisse sind zum Teil widersprüchlich. Nur beim dritten Adjektivpaar wurde gelb am schrillsten und beim vierten Adjektivpaar wurde grün am meisten sicherheitsvermittelnd bewertet. Insbesondere in der Lautheitsbewertung (erstes Adjektivpaar) ergeben sich keine systematischen Unterschiede zwischen den Kabinenfarben.

## Diskussion

Sowohl der Paarvergleichstest als auch das semantische Differential bestätigen nicht die Erwartung, dass die Farbe Rot am lautesten beurteilt wird. Mit beiden Testverfahren kann kein systematischer und signifikanter Einfluss der Farbe nachgewiesen werden.

Eine mögliche Ursache für die fehlende Reproduzierbarkeit der Literaturergebnisse könnte das ausgewählte Flugzeuginnengeräusch darstellen. Während [1] und [2] Geräusche eines vorbeifahrenden Fahrzeugs mit zeitlich wechselndem Pegel verwendeten, wurde in dem vorliegenden Projekt ein nahezu stationäres Geräusch dargeboten. Dieses Geräusch wurde möglicherweise insbesondere im Paarvergleich eher als identisch erkannt als ein zeitlich veränderliches Signal. Die Probanden könnten nach dem Verständnis der Teststruktur weniger durch die Farben beeinflusst worden sein und eher eine willkürliche Auswahl für die Antwort getroffen haben.

Weitere mögliche Einflussfaktoren auf die Messergebnisse können auf die Form der Messwerterfassung zurückgeführt werden. Durch die webbasierte Durchführung konnte zwar innerhalb kurzer Zeit eine relativ hohe Anzahl an Probanden teilnehmen. Andererseits waren die Bestimmung der Ruhehörschwelle der Probanden, ein Ausschluss von Farbenfehlsichtigkeiten, eine Kontrolle der Verständlichkeit der Instruktionen und die Gewährleistung von Qualitätsanforderungen an die Hardware nicht möglich. Zu diskutieren ist in diesem Zusammenhang auch die Begrenzung der optischen Stimuli auf dem Bildschirm der Probanden im Vergleich zu einer 3 x 3 m großen Leinwand bei [1] oder zu bewegten Bildern [4].

## Danksagung

Wir danken Sven Franz für die technische Unterstützung bei der Erstellung der webbasierten Testumgebung.

## Literatur

- [1] Patsouras, C., Filippou, T. G., Fastl, H.: Influences of color on the loudness judgement. Proc. Forum Acusticum Sevilla (2002), PSY-05-002-IP
- [2] Menzel, D.: Psychoakustische Untersuchungen zum Einfluss der Farbe auf die Lautheit von Sportwagen. Fortschritte der Akustik- DAGA 2007, 855-856
- [3] Haverkamp, M.: Synästhetische Wahrnehmung von Geräuschdesign. In: Subjektive Fahreindrücke sichtbar machen II von Klaus Becker (Hg.), Expert-Verlag 2001, 1-27
- [4] Böhm, M., Patsouras, C., Fastl, H.: Beeinflussung des Lautheitsurteils durch Stand- oder Bewegtbilder. Fortschritte der Akustik – DAGA 2003, 612-613