

Hauptdimensionen einer kombinierten Geräusch- und Vibrationswahrnehmung in Flugsituationen: Auswertungen zum semantischen Differential

J. Quehl¹, A. Schick¹, V. Meller², B. Schulte-Fortkamp², H. Remmers³

¹Universität Oldenburg, Fachbereich Psychologie, Institut zur Erforschung von Mensch-Umwelt-Beziehungen, Postfach 2503, D-26111 Oldenburg

²Universität Oldenburg, Fachbereich Physik/Akustik, Postfach 2503, D-26111 Oldenburg

³Institut für technische und angewandte Physik GmbH, D-26111 Oldenburg

I. Einleitung

Wie viele Dimensionen sind nötig, um die Vielfalt von Schallereignissen darzustellen? Die Beschreibung von Schallereignissen anhand von grundlegenden Dimensionen ist ein wichtiges Anliegen der psychoakustischen Forschung. Mit Hilfe des semantischen Differentials (SD) können Eigenschaftsbeurteilungen von Schallereignissen vorgenommen werden, um ihre Position im mehrdimensionalen Merkmals- oder Wahrnehmungsraum (Osgood 1976) zu bestimmen. Nach Schick (1979, 1996) kann man mit Hilfe des SD unterschiedliche Schallreize auf dem Niveau semantischer Deskriptoren in ein einheitliches Bezugssystem einordnen und miteinander vergleichen. Auf der Basis einer mehrdimensionalen Wirkungs- und Bedeutungsstruktur ist die Bestimmung einer differenzierten Typologie von Schallereignissen möglich, die mit physikalischen und psychoakustischen Parametern der Reize in Beziehung zu setzen ist.

II. Fragestellung

Es wird die Fragestellung untersucht, welche Faktoren den Wahrnehmungsraum aufspannen, in dem kombinierte Geräusch- und Vibrationseindrücke in Flugsituationen eingeordnet werden. Das Ziel besteht in einer Verbesserung des Flugkomforts für Passagiere durch eine Veränderung von psychoakustischen und Vibrationsparametern, die physikalisch den Dimensionen einer kombinierten Geräusch- und Vibrationswahrnehmung in Flugsituationen entsprechen (Quehl et al., 1999).

Der Begriff „Komfort“ ist nach Pineau (1982) definiert als „everything contributing to the well-being and convenience of the material aspects of life; thus it constitutes an improvement of living conditions in inhabited space.“ Dem zufolge sind Komfort und Wohlbefinden eng miteinander verbunden, da das subjektive Komforterleben zum Wohlbefinden einer Person beitragen kann. Das Konzept „Wohlbefinden“ wird in der psychologischen Fachliteratur häufig synonym mit dem Terminus der „subjektiven Befindlichkeit“ im Sinne der Operationalisierung von Janke & Debus (1981) verwendet.

III. Methoden

In einer Reihe von psychoakustischen Voruntersuchungen wurde ein dem Untersuchungsgegenstand methodologisch angepasstes Erhebungsinstrument entwickelt (Quehl et al., 2000). Es umfasst ein konzeptspezifisches SD zur Beurteilung von Flugzeugsituationen sowie vier ausgewählte Skalen aus der Eigenschaftswörterliste (EWL) von Janke & Debus (1981) zum allgemeinen Wohlbefinden (24 Skalen) und der Angst (22 Skalen). Mit der EWL erfolgte eine Operationalisierung der experimentell induzierten Befindlichkeit der Versuchspersonen (Vpn), von der angenommen wird, dass sie die Beurteilung und damit die Wirkungs- und Bedeutungsstruktur von kombinierten Geräusch- und Vibrationsereignissen beeinflusst (Höge, 1984).

IV. Die Untersuchung

In einem sogenannten Flugzeug Mock-up wurden sieben Flugsituationen zweier Flugzeugtypen (drei Propellermaschinen und vier Jets) in randomisierter Reihenfolge von 117 Vpn zweimal mit Hilfe von 15 semantischen Qualitäten beurteilt (Abbildung 1). Die 17 Sitze im Mock-up wurden für beide Flugzeugtypen in vier vibro-akustische Cluster unterteilt, die anhand der Spektren der Reizkonfigurationen abgeleitet wurden. Die Vpn wurden so auf die Sitze verteilt, dass jedes Cluster mit wenigstens 20 Vpn besetzt wurde. Die Befindlichkeit der Vpn wurde mittels der EWL zu Beginn, am Ende und zwischen beiden Versuchsdurchläufen gemessen.

V. Ergebnisse

5.1. Inferenzstatistik

Die Ergebnisse der varianzanalytischen Auswertung (zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung) zeigen keine Beurteilungsunterschiede innerhalb der Flugzeugtypen Propeller [$F(2,207.4) = .143$; $p = .865$; Statistik nach Greenhouse Geisser (G.G.)] und Jet [$F(2.9;300,0) = 1.964$; $p = .123$ (G.G.)]. Zwischen beiden Typen bestehen hingegen statistisch bedeutsame Unterschiede [$F(15,99) = 28.7$; $p < .000$]. Mit Hilfe von t-Tests für abhängige Stichproben ($p < .003$) konnten für 13 der 15 Merkmale statistisch signifikante Beurteilungsunterschiede zwischen beiden Flugzeugtypen nachgewiesen werden (Abbildung 1).

Die Bewertungen zwischen den vibro-akustischen Clustern unterscheiden sich nicht, d.h. die Cluster haben keinen bedeutsamen Einfluss auf die Einschätzung beider Typen [Propeller: $F(3,105) = .268$; $p = .848$ und Jet: $F(3,105) = 1.992$; $p = .120$].

5.2. Polaritätsprofile

Zur deskriptiven Beschreibung beider Flugzeugtypen wurden semantische Polaritätsprofile anhand der Mittelwerte der Beurteilungen auf allen 15 semantischen Qualitäten gebildet. Dazu wurde für beide Typen über drei bzw. vier Flugsituationen gemittelt (Abbildung 1).

Die mittlere Beurteilung des Propellers bewegt sich von 2.2 bis 5.3 mit Standardabweichungen zwischen .81 und 1.33. Der Jet wurde durchschnittlich zwischen 2.6 und 5.2 bewertet mit Standardabweichungen von .90 bis 1.47. Der Propeller wird „schüttelnder“, „unkomfortabler“, „tieftönder“, „un-erträglicher“, „bedrohlicher“, „inakzeptabler“, „ungedämpfter“, „vibrierender“, „lauter“, „schärfer“, „rauher“, „tonhaltiger“ und „schwankender“, also insgesamt negativer als der Jet eingestuft. Die Unterschiede betragen bis zu 1.5 Skalenstufen wie etwa für „komfortabel“, „erträglich“, „akzeptabel“ und „laut“. Für die Eigenschaftspaare „monoton vs. abwechslungsreich“ und „regelmäßig vs. unregelmäßig“ gibt es keine Unterschiede.

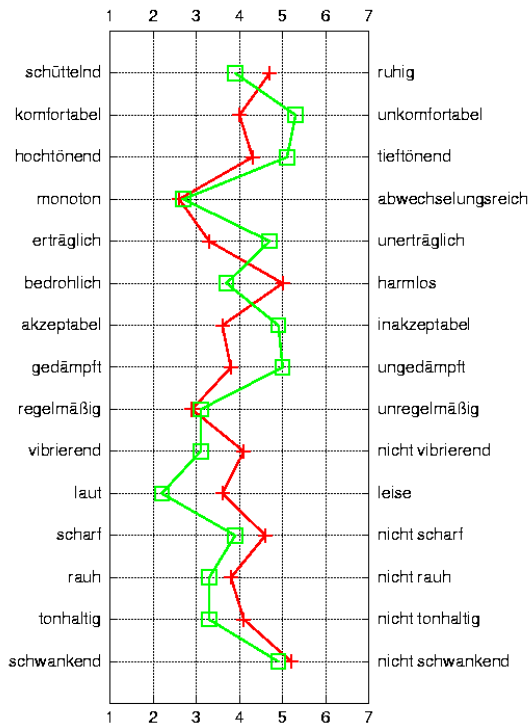


Abbildung 1: Mittleres Polaritätsprofil für die Flugzeugtypen Propeller (□) und Jet (+).

5.3 Faktorenanalyse

Es wurde eine varimaxrotierte Hauptkomponentenanalyse nach dem Kaiserkriterium pro Flugzeugtyp mit drei bzw. vier Flugsituationen sowie für die mittlere Beurteilung beider Typen durchgeführt. Es wurden nur Faktoren mit wenigstens 10% Varianzaufklärung interpretiert. Für die Interpretation jedes Faktors wurden nur Merkmale mit Ladungen $>.50$ berücksichtigt.

Die Faktorenanalysen (FA) extrahierten jeweils drei Hauptfaktoren, die zusammen 50 bis 60% der Varianz aufklären (Abbildung 2). Beim ersten Faktor handelt es sich um einen Komfortfaktor. Komfort erscheint gewissermaßen als Gegenstück zu bestimmten Geräuscheigenschaften wie die wahrgenommene Lautstärke oder Rauigkeit sowie spezifischen Vibrationseigenschaften („vibrierend“). Merkmale aus dem Alltagssprachlichen Gebrauch wie „komfortabel“, „erträglich“ und „akzeptabel“, die relativ hoch miteinander korrelieren, beschreiben eine ähnliche semantische Qualität, über die Komfort im Wahrnehmungsraum abgebildet wird. Unabhängig vom Komfort ist die zweite Dimension, die sich auf zeitliche Eigenschaften („monoton“ und „regelmäßig“) sowie weitere Vibrationsmerkmale („schwankend“ und „schüttelnd“) bezieht. Der dritte Faktor (ohne Abbildung) beschränkt sich auf die wahrgenommene Tonhaltigkeit von Geräuschen.

VI. Ausblick

Um die Dimensionen einer kombinierten Geräusch- und Vibrationswahrnehmung in Flugsituationen mit physikalischen Größen korrelieren zu können, soll für jedes Merkmal des SD eine sitzbezogene FA durchgeführt werden, da alle physikalischen Parameter pro Sitz ermittelt wurden.

Die Analyse der EWL soll aufzeigen, inwieweit die experimentell induzierte Befindlichkeit der Vpn die Wirkungs- und Bedeutungsstruktur der beurteilten Reize beeinflusst.

Es soll ein Modell zur synergetischen Wirkung von Geräuschen und Vibrationen entwickelt werden, um das in der Untersuchung gewonnene Datenmaterial zu überprüfen.

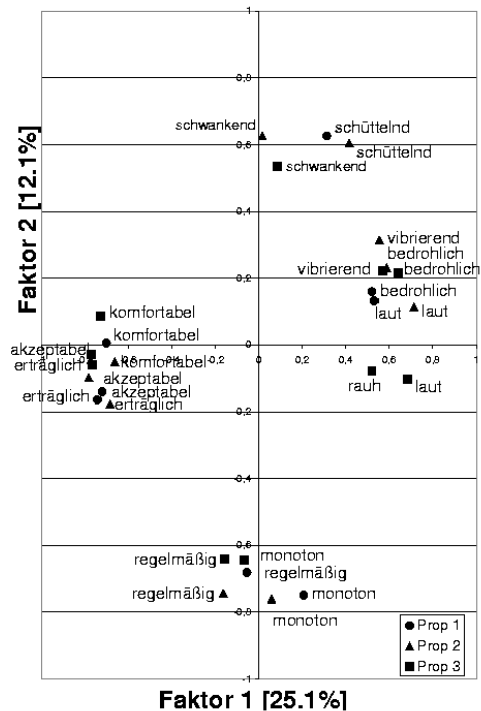


Abbildung 2: Faktorenanalyse für drei Flugsituationen des Flugzeugtyps Propeller

Dazu sollen in einer laborexperimentellen Studie ausgewählte physikalische Parameter (z.B. der Geräusch- und Vibrationspegel von Flugsituationen) mit Hilfe des vom Institut für technische und angewandte Physik (itap) entwickelten „*sound and vibration reproduction system*“ systematisch variiert (z.B. 3 x 3 Design) und anhand von SD und EWL beurteilt werden. Dabei soll die EWL mit einem reduzierten Skalensatz reizspezifisch eingesetzt werden.

Danksagung:

Die Arbeit wurde vom BRITE-EURAM Projekt „IDEA PACI“ (BE97-4056) sowie dem Graduiertenkolleg „Psychoakustik“ (DFG) unterstützt.

Literatur

- Höge, H. (1984). Emotionale Grundlagen ästhetischen Urteils. Europäische Hochschulschriften. Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Janke, W. & Debus, G. (1981). Die Eigenschaftswörterliste: EWL; eine mehrdimensionale Methode zur Beschreibung des Befindens. Göttingen: Hogrefe.
- Osgood, C.E. (1976). Focus on meaning. The Hague: Mouton.
- Pineau, C. (1982). The psychological meaning of comfort. International Review of Applied Psychology, 31, 271-283.
- Quehl, J., Schick, A., Mellert, V., Schulte-Fortkamp, B., Remmers, H. (1999). Effects of helicopter and aircraft interior noise and vibration on passengers' comfort sensation and subjective well-being. J. Acoust. Soc. Am., 105 (2), 1084, and ACUSTICA/acta acustica, 85, 158.
- Quehl, J., Schick, A., Mellert, V., Schulte-Fortkamp, B., Remmers, H. (2000). Evaluation of combined aircraft interior sound and vibration effects on passengers' well-being and comfort sensation: the elaboration of a concept-specific methodological instrument. Results of the 8th Oldenburg symposium on psychological acoustics. Oldenburg: bis.
- Schick, A. (1979). Schallwirkung aus psychologischer Sicht. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Schick, A. (1996). Die Bewertung von Geräuschen und Lärm im Personenkraftwagen. Geschichte und Ansätze der angewandten japanischen Klangfarbenforschung. Einige Gedanken zur Rolle der Psychologie in der Fahrzeugakustik. Universität Ljubljana, Slowenien.