

Evaluation von Reaktionen auf Sound und Vibration - eine Untersuchung bezogen auf Comfort in Helicoptern

B. Schulte-Fortkamp¹, U. Reichart²

¹ Akustik/Physik · Universität Oldenburg² Institut für Technische Akustik · TU-Berlin

Einleitung

In einem Europäischen Forschungsprojekt waren 132 Versuchspersonen (Vpn) an einer Studie bezogen auf Comfort in Flugzeugkabinen beteiligt, hier speziell in Helicoptern. Fünfundzwanzig dieser Vpn bewerteten Sound und Vibration bezogen auf Flugsituationen im realen Helicopterflug und in einem sog. Mock-up mithilfe von semantischen Differentials, die über explorative Evaluationen für diesen Forschungsgegenstand entwickelt worden waren. Die PCA zeigt, dass die Befindlichkeiten in starkem Masse abhängig sind von den Schallereignissen und ihren Charakteristika. Entscheidend für die Bewertung bezogen auf das Comfortranking ist, ob die Situation real oder artifiziell ist.

Testprocedere

Eine ausführliche Literaturrecherche hatte gezeigt, dass es kein Instrumentarium zur Evaluation gibt, das in diesem Kontext angewendet werden kann. Deshalb wird sukzessive ein Instrumentarium entwickelt, das an die Fragestellung angepasst ist.

Pretests

Auf der Basis von Pretests wurde schrittweise über explorative Verfahren ein semantisches Differential mit Experten und Laien für die Evaluation von Comfort im Helicopter und im Flugzeug entwickelt (Tabelle 1). Das semantische Differential wurde in einen Fragebogen integriert der die sozialen Daten über Alter, Geschlecht, Ausbildung, ausgeübte Tätigkeit, Flugerfahrungen und die momentane Befindlichkeit evaluiert. Eine abschließende offene Bewertung ermöglichte auch die Parameter zu erfassen, die von den Versuchspersonen aktuell eingebracht wurden.

Die Entwicklung des Semantischen Differentials war auf den deutschen Sprachraum fokussiert. Das heisst, dass die definierten Items im deutschen Kontext validiert ist; für die anderen europäischen Klientels musste diese Semantische Differential übersetzt werden. Dies kann bedeuten, das u.U. teilweise andere Interpretationen entstehen. Um dieses Risiko einzuschränken, wurde die Übersetzung direkt vom deutschen ins italienische durch double native speaker in Deutsch und Italienisch. Die Übersetzung ins Englische als europäische Version erfolgte direkt vom deutschen ins englische, ebenfalls durch einen double native speaker. Die Anweisungen für die Testdurchführung wurden jeweils in der Muttersprache von einem native Speaker gegeben.

MainTests

Die Tests wurden in zwei verschiedenen Helicoptertypen durchgeführt.

In Typ A erfolgte zunächst ein Flug in einem realen Helicopter Versuchsgruppe real flight (25) mit

Items des Semantischen Differentials	Helicopter	Flugzeug
bearable unbearable	X	X
comfortable uncomfortable	X	X
threatening harmless	X	X
shaking calm	X	X
vibrating not vibrating	X	X
dangerous safe	X	-
pleasant unpleasant	X	-
oppressing liberating	X	-
well-sounding ugly-sounding	X	-
crumpled smooth	X	-
rotating still	X	-
strong weak	X	-
shrill dull	X	-
palpable impalpable	X	-
pushy reserved	X	-
muffled not muffled	-	X
acceptable unacceptable	-	X
regular irregular	-	X
monotonous varied	-	X
high-frequency low-frequency	-	X
loud quiet	X	X
rough not rough	X	X
tonal not tonal	X	X
unsteady steady	X	X
sharp not sharp	X	X
Summe	20	15

Tabelle 1 Semantische Differentiale

dreizehn Frauen und zwölf Männern). Diese 25 Versuchspersonen waren auch an dem Mock-up test beteiligt, ebenso weitere 55 Vpn (Mockup 55 – 27 w/ 28 m Vpn). Die Test zu Helicoptertyp B wurden mit 52 Vpn ausschließlich im Mockup durchgeführt (Mockup 52 – 24 w / 28 m).

5 verschiedene Flugsituationen wurden über fünf verschiedene Geschwindigkeiten definiert: Schweben, 60, 100, 120 und 140 Knoten. Die Flugszustände wurde den Vpn jeweils zweimal in zufällig Reihenfolge dargeboten.

Aufgabe der Vpn war es die dargebotenen Flugszustände mittels des Semantischen Differentials für Helicopter in ihrer Muttersprache – italienisch - zu bewerten.

Auswertung

Die Auswertung erfolgte mittels einer varimax rotierten Hauptkomponentenanalyse (Kriterium: Eigenwerte >1). Extrahiert wurden drei interpretierbare Faktoren. Zudem wurden die Mittelwerte und Konfidenzintervalle der Bewertungen für die einzelnen Items errechnet. Die

Ergebnisse wurden in Form von Polaritätsprofilen und zwei-dimensionalen Faktorräumen dargestellt.

Ergebnisse

Interessante Unterschiede zeigen sich zwischen den Bewertungen während des realen Fluges im Helikopter zum einen und der Mockup situation zum anderen.

Die Interpretation der Faktoren ergibt unterschiedliche Zusammenhänge der Items innerhalb der Faktoren bei der realflight (25) und der Mockup (30) Gruppe. (Anmerkung: Die Mockup (30) Gruppe ist die Untergruppe der Mockup(55) Gruppe, die zuvor nicht am realen Helikopterflug teilgenommen hat).

So lässt sich der erste Faktor in der real flight 25-Gruppe eindeutig als Comfortfaktor mit den positiven Deskriptoren „comfortable“, „well-sounding“, „pleasant“ und „bearable“ und den negativen „strong“, „loud“, „unsteady“, „pushy“, „oppressing“, „rough“, „threatening“, „dangerous“, „shaking“ und „crumpled“, interpretieren.

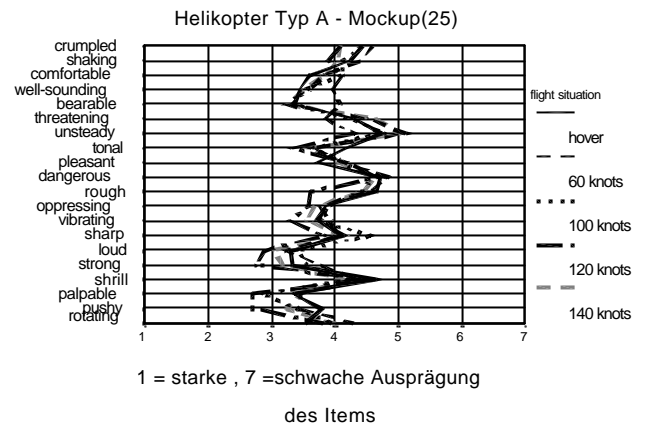
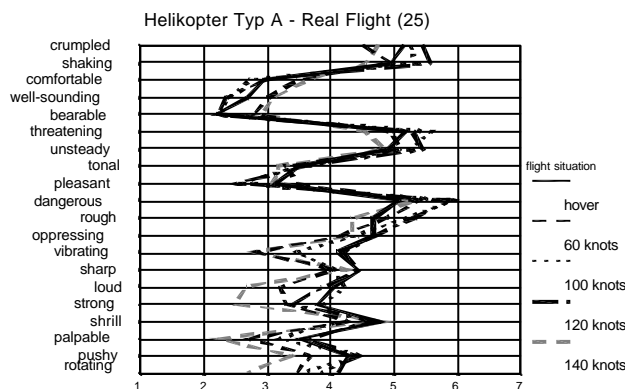
In der Mockup 30 Gruppe dagegen spalten sich Items in eine Gruppe mehr psychologischer Deskriptoren in Faktor 1 und eine Gruppe eher physiologische Deskriptoren in Faktor 2.

Die Polaritätsprofile für real-flight und Mockup zeigen als wichtigsten Unterschied verschieden starke Ausprägungen der Bewertungen. Der Flug im Helikopter wird von den Testpersonen als komfortabel, wohlklingend, erträglich, erfreulich, aber auch als wenig schüttelnd, wenig bedrohlich und wenig gefährlich empfunden.

Dagegen treten in der Beurteilung des Mock-ups geringere Ausprägung auf - insbesondere zuerkennen an den Items die den Comfort im positiven „comfortable, bearable, pleasant und well-sounding“ und negativen z.B. „dangerous, threatening“ beschreiben.

Von derselben Tendenz wie die Beurteilungen über das Semantische Differential sind auch die Anmerkungen der Vpn in den Fragebögen.

Der Flug im realen Helikopter wurde als „faszinierend“ und „interessant“ bezeichnet, während im Mockup vor allem der Mangel an visuellen Reizen angemerkt wurde. Auch wird die Mock-up situation als gefährlicher eingeschätzt als die Situation im Realflight.



Fazit

Die detaillierte Betrachtung der Ergebnisse lässt die Bedeutung des Kontextes in dem geurteilt wird deutlich werden. Sound und Vibrationen sind ‚nur‘ ein Teilaspekt bei der Beurteilung des Comforts. Umweltfaktoren wie visuelle Eindrücke, Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Bewegungsfreiheit aber auch die körperliche Verfassung der VP spielen eine wichtige Rolle.

Die Verwendung eines an den Untersuchungsgegenstand angepassten Semantischen Differentials ermöglicht es Sound und Vibrationen adäquat zu erfassen.

Dennoch verbleiben bei der Beschreibung des Comforts in Helikoptern Kontexteinflüsse die noch nicht ausreichend berücksichtigt werden.

Ein Untersuchungsprocedere zur Evaluierung dieser Einflüsse zu entwickeln, bleibt Aufgabe für weitere Untersuchungen.

Referenzen

BRITE-EURAM PROJECT "IDEA PACI" (BE97-4056)

Schulte-Fortkamp, B. & Quehl, J., Evaluation of reaction to noise and vibration in airplanes: an interdisciplinary approach on annoyance measurement, *Proceedings of the Internoise 2000*, Nice, France, 2000, CD Rom.

Quehl, J., Schick, A., Mellert, V. & Schulte-Fortkamp, B., Dimensions of combined acoustic and vibration perception in aircraft derived by factor analysis of semantic differential data, *Proceedings of the Internoise 2000*, Nice, France, 2000, CD Rom.

Remmers, H., Reckhardt, C. & Bellmann, M., A system of natural reproduction of sound and vibration. *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol. 105 (2), Pt. 2., 1999.

Quehl, J., Schick, A., Mellert, V., Schulte-Fortkamp, B., Remmers, H., 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. bis, Oldenburg, 2000