

LUFO III

KATO TP 04

Optimierung und Modellierung des
Flugzeugkabinenkomforts

Psychophysikalische Untersuchungen zum Kom- fort von Flugzeugkabinen

Abschlussbericht

15. Februar 2007

Laufzeit:	01. Jul 2003 bis 31. Dezember 2006
Projektleitung:	Dr. Reinhard Weber
Projektteam	Dr. Michael A. Bellmann Dipl. Phys. Hans Hansen Dipl. Psych Sylke Hallmann Dipl. Psych. Julia Bastian Cand. Dipl. Psych Tim Oesterlau Cand. Dipl. Psych Stephan Wolter

*AKUSTIK / Institut V Physik
Carl von Ossietzky Str. 9-11
26111 Oldenburg*

Kennzeichen



20K0302L

INHALTSVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis.....	2
1 Abkürzungsverzeichnis	3
2 Allgemeine Projektbeschreibung.....	4
2.1 Aufgabenstellung	4
2.2 Voraussetzungen.....	5
2.3 Planung und Ablauf des Vorhabens	5
2.3.1 Geplanter Projektverlauf	5
2.3.2 Projektverlauf.....	6
2.4 Stand der Wissenschaft und Technik, sowie bisherige Arbeiten	9
2.4.1 Stand der Wissenschaft und Technik	9
2.4.2 Bisherige projektrelevante Arbeiten der Arbeitsgruppe Akustik.....	9
2.5 Kooperation mit Partnern.....	9
3 Ergebnisse und Verwertung der Ergebnisse.....	11
3.1 Aufzählung der wichtigsten wissenschaftlich-technischen Ergebnisse	11
3.2 Nutzen und Verwertbarkeit der wissenschaftlich-technischen Ergebnisse.....	15
3.3 Wissenschaftlich-technische Ergebnisse, die während des Forschungsvorhabens von dritter Stelle erzielt wurden	15
3.4 Veröffentlichungen und Vorhabensberichte.....	16
4 Literaturverzeichnis	17

1 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ACS	Airbus Cabin Simulator
AP	Arbeitspaket
IFE	In-flight Entertainment System
KATO	Innovative Kabinentechnologie
LuFO III	Luftfahrtforschungsprogramm III
IDEA PACI	IDEntification of an Aircraft PAssenger Com- fort Index
HEACE	Health effects in aircraft cabin environment
FACE	Friendly Aircraft Cabin Environment
HRM	Human-Response Model
FEM	Finite-Element-Modell
CO	Kohlenmonoxid
CO ₂	Kohlendioxid
VOC	Volatile Organic Compounds (dt. flüchtige organische Verbindungen)
SVOC	Semivolatile Organic Compounds (dt. semi-flüchtige organische Verbindungen)
OBELICS	Objective evaluation of interior car sound

2 ALLGEMEINE PROJEKTDESCHEIBUNG

2.1 Aufgabenstellung

Gesamtziel des Vorhabens

Das Ziel des Verbundvorhabens KATO TP04, in dem die Universität Oldenburg Verbundpartner ist, besteht in der Erstellung eines Expertensystems „Kabinenkomfortmodellierung“, das als ein Entwicklungswerkzeug bei der Kabinengestaltung und –auslegung eingesetzt werden soll.

Bisher ist es im Flugzeugkabinenbereich noch nicht durchgängig üblich, Kabinenkomfortparameter als Grundlage zur Entwicklung neuer Systeme heranzuziehen.

Die Arbeiten der Universität Oldenburg stellen einen wesentlichen Beitrag dar, um die Integration von Komfortaspekten in die Systementwicklung zu ermöglichen.

Der Schwerpunkt der Universität Oldenburg liegt in der Messung des Gesamtkomforts und seiner Konstituenten in der Flugzeugkabine als Mensch-Maschine-Schnittstelle mit psycho-physikalischen und psychologischen Methoden. Der Gesamtkomfort wird in Abhängigkeit von komfortrelevanten Umgebungsfaktoren, z.B. Schall und Vibration, Lufttemperatur, Sitzkenngrößen, bestimmt. Dieser ist das Ergebnis einer zusammenfassenden (integrierenden) Bewertung der Teilkomfortaspekte in der Kabine wie Sitzkomfort, thermische Behaglichkeit, Qualität der Geräuschumgebung, usw. durch den Passagier.

Die Messung des Passagier-Gesamtkomforts bei verschiedenen Einstellungen der komfortrelevanten Umgebungsfaktoren sind die Grundlage zur Erstellung eines integralen Kabinenkomfortmodells. Mit Hilfe des Komfortmodells können dann Sensitivitäts- und Kausalanalysen durchgeführt werden. Im Forschungsverbund wird die Modellierung schwerpunktmäßig die Aufgabe von EADS-CRC aus Hamburg sein.

Die Experimente zu den Komfortmessungen sollen in bodengebundenen Mock-Ups (Simulatoren) durchgeführt, da die Variation von Umgebungsfaktoren während normaler Reiseflüge im Flugzeug gar nicht oder wenn, nur in engen Grenzen möglich ist. Die Voraussetzung für die Modellierung ist jedoch die Kenntnis des sich beim Passagier einstellenden Gesamtkomforts bei hinreichend großer Variation der einzelnen Umgebungsfaktoren. Der Gesamtkomfort wird damit als eine subjektive Variable erfasst, die sich bei den unterschiedlichen, objektiv mess- und beschreibbaren Zuständen der Mensch-Maschine-Schnittstelle Flugzeugkabine realisiert.

Das resultierende Kabinenkomfortmodell ist ein Beitrag zu den Entwicklungswerkzeugen eines Expertensystems, mit dessen Hilfe der Entwurf künftiger Flugzeuge und das Re-Engineering vorhandener Systeme effizienter und kundengerechter gestaltet werden kann in Bezug auf den Flugkomfort (bzw. Fahrtkomfort) von Passagieren, um so Sicherheit und Akzeptanz des Transportmittels zu erhöhen.

Wissenschaftliche und/oder technische Arbeitsziele des Vorhabens

Die Mehrzahl der Untersuchungen über die Beeinflussung des Passagierkomforts durch die spezifische Kabinenumgebung im Flugzeug befassen sich isoliert mit der Wirkung einzelner Umgebungsfaktoren bzw. Teilkomfortaspekten, wie Schall und Vibration, Luftklima und Luftreinheit oder Sitzkenngrößen untersucht worden. Auch in der Arbeit der Luftfahrtindustrie werden in den an der Entwicklung der Flugzeugkabine beteiligten Abteilungen, wenn überhaupt, der Einfluss des eigenen Beitrags auf den Passagierkomfort berücksichtigt. Für die menschengerechte Planung des Flugzeuginnenraums, der während des Fluges für den Passagier die Mensch-Maschine-

Schnittstelle darstellt, ist die kombinierte Gesamtwirkung der unterschiedlichen komfortrelevanten Größen, sowie Trade-offs zwischen ihnen von entscheidender planerischer Bedeutung. Deshalb war ein wesentliches Ziel dieses Verbundvorhabens die Messung und Modellierung der Kombinationswirkung der komfortrelevanten Umgebungsfaktoren, um eine Basis für ein umfassendes Gesamtkomfort-Modell zu schaffen, die das gesamte Bezugssystem für den Passagier berücksichtigt.

Eine wesentliche Voraussetzung zur Erreichung dieses Zieles ist die Identifikation geeigneter psychologischer Messgrößen zur Erfassung des (integralen) Passagierkomforts und ihrer adäquaten Operationalisierung. In vielen Untersuchungen wird dem Aspekt der psychologisch zu determinierenden Komposita des Passagierkomforts keine, wenig oder wenn überhaupt, eine sehr oberflächliche Beachtung geschenkt. Diese mangelnde Konzeptualisierung einschließlich unzureichend abgesicherten Untersuchungsinstrumentariums kann ein Grund für unzureichende Komfortmessungen und -modellierungen sein.

2.2 Voraussetzungen

Zur Erreichung der im Kapitel 2.1 dargestellten Ziele sind bestimmte Voraussetzungen zu schaffen und definierte Zwischenschritte zu bewältigen. Im einzelnen sind das folgende Punkte:

- Ein wesentliches Zwischenziel ist die Identifizierung, Zusammenstellung und Entwicklung geeigneter Werkzeug zur Messung des Gesamtkomforts der Passagiere. Darunter sind nicht nur Versuchsettings zur Erfassung der (objektiven) physikalischen Umgebungsparameter während realer und/oder simulierter Flüge gemeint, sondern auch psychologische Untersuchungsmethoden, wie z.B. Fragebögen, zu entwickeln, die die subjektiven Aspekte des Passagierkomforts reproduzierbar abbilden können. Mit diesen Werkzeugen wird es möglich, die Komfortwirkung verschiedener Planungskonzepte zu messen und zu charakterisieren.
- Bereitstellung eines funktionstüchtigen bodengebundenen full-flight Simulators (mock-ups) zur Durchführung von simulierten Flügen unter möglichst realistischen Umgebungsbedingungen. Dieser Simulator muss ebenfalls in der Lage sein identifizierte komfortrelevante Umgebungsfaktoren bzw. -parameter während der Messung systematisch gegeneinander zu variieren.
- Zur Validation eines zu entwickelnden Komfortmodells sind Messungen während realer Flüge sinnvoll. Es ist der Nachweis nötig, dass sich die in bodengebundenen Kabinensimulatoren erhobenen Ergebnisse auf tatsächliche (reale) Flugsituationen übertragen lassen.

2.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

2.3.1 Geplanter Projektverlauf

In der Vorhabensbeschreibung der Universität Oldenburg [7] ist eine ausführliche Aufgabenbeschreibung seitens der Universität dargestellt. In diesem Kapitel wird lediglich eine kurze Darstellung der Planung und des geplanten Ablaufes in Form eines Balkendiagramms gegeben, siehe Abbildung 1.