

Prospektives Design im Cockpit – Optimierung der Informationsdarstellung auf Airport Moving Maps

Stefanie Huber, Matthias Schulz, Carole Urvoy und Thomas Jürgensohn

Schlüsselwörter: Airport Moving Maps, Usability, ISO-Norm 9241

Zusammenfassung

Runway Incursions (RI) stellen eine der Hauptbedrohungen für die Sicherheit am Boden dar. Um die Zahl der RI zu reduzieren, sollen Airport Moving Maps (AMM) den Piloten bei der Navigation auf dem Rollfeld unterstützen. Ziel dieser Arbeit ist es, die Usability bestehender AMM-Lösungen weiter zu erhöhen. Dazu wurde in zwei Expertenworkshops untersucht, a) inwieweit die ISO-Norm 9241 für die Beurteilung der Informationsdarstellung auf AMM geeignet ist und b) wie – ausgehend von bestehenden Usabilityproblemen – neue innovative Lösungen zur Erhöhung der Gebrauchstauglichkeit auf AMM aussehen könnten.

Abstract

Runway Incursions (RI) are one of the biggest safety threats on the ground. To decrease the number of RI, airport moving maps (AMM) have been developed to support pilots navigating the airport surface. The objective of this project is to further enhance AMM-usability. Therefore, two expert workshops have been conducted focussing on different aspects: a) Is the ISO 9241 a suitable concept to evaluate the information representation on AMM? b) Based on known usability-problems, how can new, innovative solutions help to increase usability?

Einführung

Seit Jahren nimmt die Zahl an Flugbewegungen, die Flughäfen täglich bewältigen müssen, zu. Runway Incursions stellen dabei eine der Hauptbedrohungen für die Sicherheit am Boden (Vernaleken, Urvoy, & Klingauf, 2007) dar. Als Runway Incursion bezeichnet die ICAO (2001) „any occurrence at an aerodrome involving the incorrect presence of an aircraft, vehicle or person on the protected area of a surface designated for the landing and take off of aircraft.“. Einer eigenen Fragebogenstudie mit 37 Piloten deutscher Airlines zufolge wünschen sich viele Piloten eine Unterstützung in der Rollführung durch AMM (Bleyer, 2008).

Da bei der Entwicklung von AMM oftmals die Einbeziehung von Human Factors-Überlegungen und Gebrauchstauglichkeitsbewertungen nachrangig sind, war es Ziel dieses Forschungsvorhabens zu prüfen, inwiefern sich die ISO-Norm 9241-12 zur Beurteilung der Informationsdarstellung auf AMM eignet. Der erste Workshop wurde in Zusammenarbeit mit dem Institut für Flugsysteme und Regelungstechnik der TU Darmstadt durchgeführt, das ihr „Surface Movement Awareness and Alerting System“ (SMAAS) zur Vergütung stellte (Vernaleken et al., 2007). In einem zweiten Workshop wurden mit Human Factors Fachleuten, Usability-Experten und Piloten innovative Konzepte zur Verbesserung der Usability von AMM ausgearbeitet und bewertet. Der Fokus dieses Papers liegt auf dem zweiten Workshop.

Expertenworkshop I – Eignung der ISO-Norm zur Beurteilung

In einem ersten Workshop wurde im April 2009 mit Human Factors Fachleuten der TU Berlin überprüft, inwiefern die ISO 9241-12 für die Beurteilung der Informationsdarstellung auf AMM geeignet ist. Die Ergebnisse des Workshops belegen u.a., dass Usabilityuntersuchungen hinsichtlich der Informationsdarstellung nur unter Einbeziehung von Domänenexperten (Pilo-

ten) sinnvoll sind. Es zeigte sich zudem, dass der Bewertungsrahmen zur Informationsdarstellung an Bildschirmgeräten (DIN EN ISO 9241-12, 1998) viel Interpretationsspielraum aufweist. Die Items der ISO-Norm sollten unseres Erachtens für eine AMM-Beurteilung entweder spezifiziert oder im Rahmen eines eher heuristischen Vorgehens allgemeiner (z.B. auf Kriterien-, nicht Itemebene) formuliert werden.

Expertenworkshop II – Innovative Konzepte zur Erhöhung der Usability

Ende Juli 2009 wurde ein eintägiger Workshop mit Piloten, Usability- und Human Factors Fachleuten durchgeführt. Ziel des Workshops war es, innovative, gebrauchstaugliche Vorschläge für die Informationsdarstellung auf AMM zu erarbeiten. Die Ergebnisse des ersten Workshops flossen in den zweiten Workshop ein: So wurde zum einen darauf geachtet, dass auch Domänenexperten (Piloten) ihre Expertise einbringen konnten; zum anderen wurden die Items der ISO-Norm im Sinne einer heuristischen Evaluation in Form von sieben Beurteilungskriterien zur Bewertung vorgelegt. Am Workshop nahmen 4 Piloten und 8 Human Factors- bzw. Usabilityexperten zwischen 23 und 61 Jahren teil ($M=37.91$; $s=13.35$), darunter 9 männliche und 3 weibliche Teilnehmer. Die Teilnehmer schätzten sich auf einer 5-stufigen Expertiseskala (adaptiert nach Hoffman, Shadbolt, Burton, & Klein, 1995) als Kenner im Bereich Usability ($M=3.25$, $s=1.14$), Human Factors ($M=3.18$, $s=.98$) und Luftfahrt ($M=2.92$, $s=1.31$) sowie als Novizen hinsichtlich AMM ($M=2.33$, $s=1.07$) ein.

Nach einer Einführung ins Thema wurden in 3 Aufgaben von 3 interdisziplinär zusammengesetzten Gruppen Lösungen für Problemstellungen zum Thema AMM entwickelt. Insgesamt entstanden so pro Aufgabe drei unterschiedliche Lösungen. Die Aufgabe 1 umfasste u.a. die Auswahl der Basisfarben, der Farben für Start-/Landebahnen sowie die der Rollbahnen. In Aufgabe 2 sollten Symbole für die eigene Position, andere Flugzeuge und sonstigen Fremdverkehr ausgearbeitet werden. Aufgabe 3 umfasste die Darstellung der Route (freigegeben, nicht freigegeben, Abweichen von der Route), die Darstellung von Fahrzeugen an der falschen Position sowie die Darstellung einer RI auf der AMM.

Nach Bearbeitung der einzelnen Aufgaben wurden die Teilnehmer aufgefordert, alle drei entstandenen Lösungen hinsichtlich sieben Kriterien (Erkennbarkeit, Unterscheidbarkeit, Lesbarkeit, Verständlichkeit, Klarheit, Kompaktheit und Konsistenz; Redtenbacher, 2009) auf einer 6-stufigen Likert-Skala zu bewerten. Zusätzlich sollten alle Teilnehmer in einem Gesamturteil die Gebrauchstauglichkeit der einzelnen Lösungen für jede Aufgabe bewerten.

Ergebnisse

Bei der ersten Aufgabe wurde der Lösungsvorschlag der Gruppe 1 ($M=5.00$; $s=.63$) am besten bewertet, vor den Vorschlägen der Gruppen 2 ($M=4.82$; $s=.60$) und 3 ($M=4.73$; $s=.79$). Die Unterschiede zwischen den Lösungen waren nicht signifikant ($\chi^2=1.04$, $df=2$, $p=.69$). Alle Vorschläge wurden hinsichtlich ihrer Gebrauchstauglichkeit mit „trifft zu“ beurteilt. Dies könnte auch darauf zurückzuführen sein, dass in den einzelnen Gruppen unabhängig voneinander sehr ähnliche Ideen für die Farbcodierungen von bspw. Start-/Landebahnen (weiß) und Rollwegen (blau) erarbeitet wurden (siehe Abb. 1).

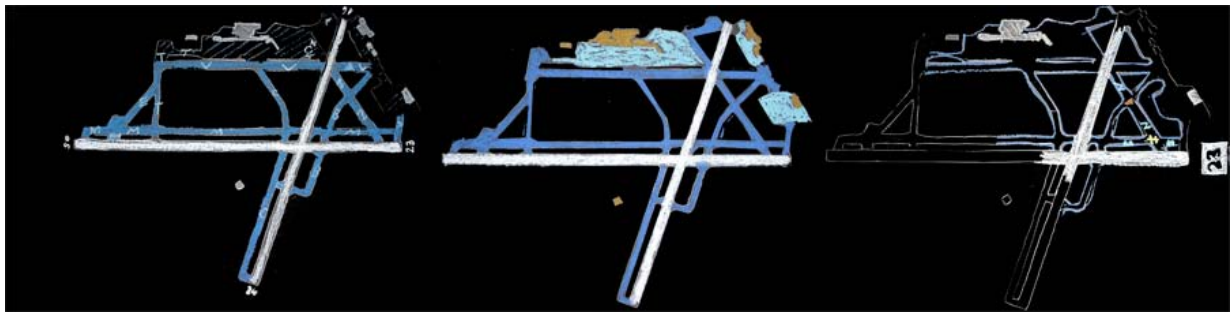


Abb. 15: Konzepte der Gruppen 1-3 (v.l.n.r.) zur Aufgabe 1 (Farbkodierungen); am besten bewertete Lösung: links im Bild

Bei der zweiten Aufgabe rangierte der Lösungsvorschlag der Gruppe 2 ($M=3.73$; $s=.91$), vor den Vorschlägen der Gruppen 1 ($M=3.64$; $s=1.57$) und 3 ($M=3.55$; $s=.82$). Es ergab sich jedoch kein signifikanter Unterschied ($\chi^2=.24$, $df=2$, $p=.90$). Der am besten bewertete Vorschlag stellte das Ownship-Symbol als richtungsweisendes Dreieck, andere Flugzeuge als Kreis (bei bekannter Richtung mit innen liegendem Dreieck) und Bodenfahrzeuge als Viereck (bei bekannter Richtung mit innen liegendem Pfeil) dar. Auch wenn alle Vorschläge hinsichtlich ihrer Gebrauchstauglichkeit mit „trifft eher zu“ beurteilt wurden, unterschieden sich die Lösungen zur Darstellung von Symbolen stark voneinander (siehe Abb. 2).



Abb. 2: Konzepte der Gruppen 1-3 (v.l.n.r.) zur Aufgabe 2 (Symbolik); Symbolreihen links jeweils richtungsindizierend, rechts nicht richtungsindizierend; am besten bewertete Lösung: in der Bildmitte

Bei der dritten Aufgabe erzielte der Lösungsvorschlag der Gruppe 1 die beste Beurteilung ($M=4.64$; $s=.92$). Der Vorschlag der Gruppe 2 rangiert auf dem zweiten Platz ($M=4.55$; $s=.52$), vor dem Vorschlag der Gruppe 3 ($M=3.91$; $s=1.14$). Auch hier blieben die Unterschiede nicht signifikant ($\chi^2=2.23$, $df=2$, $p=.35$). Das bestbeurteilte Konzept schlug vor, eine falsche Position mit einem roten Kreis um das jeweilige Flug- oder Fahrzeug sowie einem Warnton zu indizieren. Die anderen Vorschläge griffen auf blinkende oder sich farblich verändernde Symbolik zurück. Auch hier wurden sehr unterschiedliche Lösungen vorgeschlagen, die als gebrauchstauglich (von „trifft zu“ bis „trifft eher zu“) beurteilt wurden (siehe Abb. 3).

Bei der Beurteilung der einzelnen Lösungsvorschläge nahmen wir einen Störeffekt dahingehend an, dass jede Gruppe die eigene Lösung besser bewertete als die der anderen Gruppen. Um dies zu kontrollieren, führten wir –bedingt durch die kleine Stichprobengröße– mittels Mann-Whitney Test neun paarweise Vergleiche durch. Der Alphafehler wurde durch Bonferroni-Korrektur angepasst, um der Inflation bei multiplen Paarvergleichen entgegenzuwirken. Alle Tests waren nicht signifikant. Eine ausführlichere Darstellung, auch zu den Ergebnissen beider Workshops, erfolgt bei Schulz (in Vorbereitung).

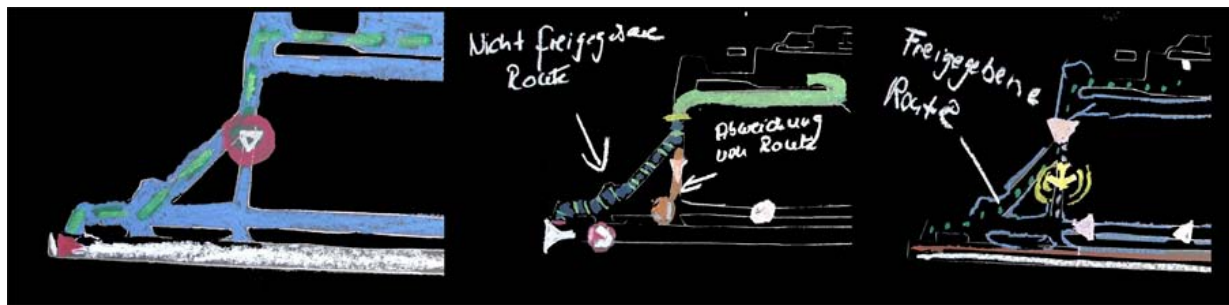


Abb. 3: Konzepte der Gruppen 1-3 (v.l.n.r.) zur Aufgabe 3 (Route); am besten bewertete Lösung: links im Bild

Fazit und Ausblick

Um die ISO-Norm 9241-12 für die Beurteilung von AMM heranziehen zu können, scheint es uns am sinnvollsten, die Items entweder spezifisch auf die AMM anzupassen oder aber als generelle Kriterien vorzugeben (Redtenbacher, 2009). Letztere Variante erwies sich in unserem zweiten Workshop als praktikabel. Die Ergebnisse des zweiten Workshops zeigen, dass hinsichtlich der Farbwahl für die AMM unter den Experten ein Einvernehmen besteht (Aufgabe 1). Die Vorschläge zur Symboldarstellung (Aufgabe 2) und Routendarstellung (Aufgabe 3) lassen sehr unterschiedliche Lösungsansätze erkennen. Über alle Teilaufgaben wurden die von den Experten entworfenen Vorschläge als gebrauchstauglich eingeschätzt.

Die nächsten Schritte sehen eine Umsetzung der innovativen Konzepte in Designvorschläge vor. Das Projekt wird im September 2009 mit detaillierten Lösungsoptionen für eine prospektivere Gestaltung der Informationsdarstellung auf AMM abgeschlossen. Im Rahmen weiterer Forschungsarbeiten ist geplant, die entwickelten Designvorschläge durch eine (Online-) Befragung von Piloten, Human Factors- und Usabilityexperten zu evaluieren.

Literatur

- Bleyer, A. (2008). *Sicherheit im Rollverkehr? Analyse von Runway Incursions*. Bachelorarbeit im Studiengang Luftfahrtssystemtechnik und -management. Universität Bremen.
- DIN EN ISO 9241-12. (1998). *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten: Informationsdarstellung*. Berlin: Beuth Verlag.
- ICAO. (2001). Annex 11: Air Traffic Management, PANS-ATM (Doc 4444). Montreal.
- Hoffmann, R.R., Shadbolt, N.R., Burton, A.M. & Klein, G (1995). Eliciting Knowledge from Experts: A Methodological Analysis. *Organizational Behaviour and Human Decision Processes*, 62(2), 129 – 158.
- Redtenbacher, W. (2009). *Einführung in die Software-Ergonomie* <http://www.redtenbacher.de/swergo/swergo.htm> (letzter Abruf: 29.07.2009)
- Schulz, M. (in Vorbereitung). *Entwicklung von Design Pattern zur Verbesserung der Usability von Airport Moving Maps*. Institute of Electronic Business e.V., An-Institut der Universität der Künste Berlin, Berlin.
- Vernaleken, C., Urvoy, C., & Klingauf, U. (2007). *Prevention of runway incursions due to closed runways or unsuitable runway choices by enhanced crew situational awareness and alerting*. Paper presented at the Enhanced and Synthetic Vision 2007, Orlando, FL, USA.