

Die Beurteilung der Informationsdarstellung auf Airport Moving Maps nach DIN EN ISO 9241-12

STEFANIE HUBER¹, MATTHIAS SCHULZ², NORA WITTBRODT¹ & CAROLE URVOY³

¹⁾ Technische Universität Berlin, Zentrum Mensch-Maschine-Systeme, Franklinstr. 28-29, D-10587 Berlin

²⁾ Institute of Electronic Business e.V., An-Institut der Universität der Künste Berlin, Hardenbergstraße 9A, D-10623 Berlin

³⁾ Institut für Flugsysteme und Regelungstechnik, Technische Universität Darmstadt, Petersenstrasse 30, D- 64287 Darmstadt

Schlüsselwörter: Moving Maps, Usability, Informationsdarstellung

Zusammenfassung

Airport Moving Maps (AMM) unterstützen Piloten bei der Navigation auf dem Rollfeld durch grafische Aufbereitung der Rollinformationen auf einem Display. Bei der Vielzahl der bisher entwickelten AMM-Systemvarianten stellt sich die Frage, wie eine optimale Informationsdarstellung gestaltet sein muss, um Piloten eine schnelle und präzise Einschätzung der Situation zu ermöglichen. Um dies beurteilen zu können, wurde in einem Workshop die DIN EN ISO 9241-12 als grundlegende Richtlinie für die Bewertung der Gebrauchstauglichkeit von Informationsdarstellung auf Bildschirmgeräten getestet. Es wurde überprüft, inwieweit sich die DIN-Norm für die Bewertung der Informationsdarstellung auf einer AMM eignet, und wie wichtig die einzelnen Beurteilungskriterien für die Bewertung einer AMM sind. Dabei zeigte sich, dass der Einsatz der DIN EN ISO 9241-12 zur Beurteilung der Informationsdarstellung auf AMM nicht ohne Weiteres gelingt und stark vom gewählten Setting und der Ausgestaltung des Kriterienkataloges abhängig ist. Die Erkennbarkeit der Information auf dem Display wurde als wichtigstes Beurteilungskriterium eingestuft.

1. Einführung

AMM als Cockpitassistenzsysteme unterstützen den Piloten bei der Navigation auf dem Flughafen, indem sie die aktuelle Position des Flugzeugs in Bezug auf die Gesamtheit des Flughafens anzeigen. Einfachste Implementierungen einer AMM stellen die eigene Position des Flugzeugs in einer georeferenzierten Karte des Flughafens dar, haben aber sonst keine interaktiven Funktionalitäten. Weiterführende Implementierungen von AMM stellen zusätzlich zur eigenen Position bspw. die Start-/ Landebahnen sowie ihre Beschriftungen, die Rollwege inklusive ihrer Bezeichnungen, nicht befahrbare Gebiete und Gebäude in vektorbasierter Form dar und sind in verschiedenen Zoomstufen betrachtbar (Vernaleken, Urvoy & Klingauf, 2008; Yeh, 2004).

Auch wenn die Hersteller sich bei der Entwicklung an definierte Richtlinien halten müssen (z.B. TSO-C165, 2003), verbleibt doch ein gewisser Spielraum bei der Gestaltung der Systeme. Viele verschiedene und unterschiedlich gebrauchstaugliche Arten der Informationsdarstellung sind das Ergebnis.

Um eine AMM auf ihre Gebrauchstauglichkeit zu überprüfen, kann die DIN EN ISO 9241 herangezogen werden. Die „ISO 9241 ist dazu bestimmt, die Entwickler und Hersteller bei der Entwicklung ergonomisch richtig gestalteter Bildschirmgeräte und Softwaresysteme zu unterstützen.“ (ISO 9241-1 2001, S.6). In den insgesamt 17 Teilen der Norm werden alle wichtigen Aspekte der Mensch-System-Interaktion abgehandelt. Den Rahmen der DIN EN ISO 9241 für die Gebrauchstauglichkeit von Software bildet der Teil 11. Dieser beschreibt Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit und definiert näher: Gebrauchstauglichkeit ist „das Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen.“ (ISO 9241-11 2008, S.22). Teil 12 der DIN EN ISO 9241 beschäftigt sich ausführlich mit dem Thema der Informationsdarstellung, die nach Redtenbacher (2009) in die folgenden sieben Kriterien unterteilt werden kann: Erkennbarkeit, Unterscheidbarkeit, Lesbarkeit, Verständlichkeit, Klarheit, Kompaktheit/Prägnanz und Konsistenz der dargestellten Informationen.

Zwei Forschungsfragen werden im Folgenden überprüft: Zum Einen wird der Frage nachgegangen, inwieweit sich die DIN EN ISO 9241-12 zur Beurteilung der Informationsdarstellung auf AMM eignet. Zum Zweiten wird geprüft, welches der genannten Kriterien für die Beurteilung der Informationsdarstellung auf AMM aus Expertensicht am wichtigsten ist.

2. Methodik

Im April 2009 wurde im Rahmen der Frühjahrsschule des Zentrums Mensch-Maschine-Systeme an der Technischen Universität Berlin mit Human-Factors Fachleuten ein zweistündiger Workshop durchgeführt.

2.1 Workshopteilnehmer

Am Workshop beteiligten sich insgesamt 12 Personen, von denen drei aufgrund zeitlicher Einschränkungen keine vollständige Beurteilung der AMM vornehmen konnten.

ten. Sie wurden aus der folgenden Analyse ausgeschlossen. Die verbleibenden neun Teilnehmer waren im Durchschnitt 33 Jahre alt und schätzen sich auf einer 5-stufigen Expertiseskala (adaptiert nach Hoffman, Shadbolt, Burton, & Klein, 1995) im Durchschnitt als Kenner im Bereich Usability und Human Factors, sowie als Novizen in den Bereichen Luftfahrt und Cockpitassistenzsysteme ein. Fünf der neun Teilnehmer gaben an, über mehr als 10 Jahre Erfahrung im Bereich Mensch-Technik-Interaktion zu verfügen

2.2 Aufgabe

Die Teilnehmer wurden gebeten, mittels eines Testheftes die Informationsdarstellung auf einer AMM auf Gebrauchstauglichkeit hin zu bewerten. Dabei war die Bewertung der AMM nicht vorrangiges Ziel, sondern die darauf folgende Einschätzung zur Eignung des vorgegebenen Fragenkatalogs für die Beurteilung der Informationsdarstellung. Zudem wurden die Teilnehmer gebeten, die Wichtigkeit der sieben Kriterien der Informationsdarstellung (s.o.) zur Beurteilung der Informationsdarstellung auf der AMM mittels einer Rangreihe einzuschätzen.

2.3 Material

Das Testheft bestand aus drei Teilen. Zunächst wurden demografische Daten zu Alter, Geschlecht, Fachrichtung, Anzahl der im Bereich Mensch-Technik-Interaktion tätigen Jahre erfasst und die Expertise hinsichtlich der Bereiche Usability, Human Factors, Luftfahrt und Cockpitassistenzsysteme abgefragt (Teil 1).

Für die Beurteilung der AMM wurde im Voraus ein Fragenkatalog in Anlehnung an die Prüfliste für Anwendbarkeit und Einhaltung der Empfehlungen der DIN EN ISO 9241-12 erstellt (DIN EN ISO 9241-12, 1998). Die Prüfliste selbst (123 Items) konnte als Beurteilungsinstrument nicht herangezogen werden, da sie zum Teil Items für Elemente beinhaltet, die nicht auf der AMM dargestellt sind. So verfügte die von uns herangezogene AMM weder über überlappende Fenster, Listen noch Tabellen, sodass die Items der ISO Norm zu diesen Teilen nicht berücksichtigt wurden. Nach diesem ersten Selektionsschritt verblieben noch 67 Items. Für einen Workshop in der geplanten Form schien diese Anzahl immer noch zu umfassend, so dass im zweiten Selektionsschritt daraus 50% der Items per Zufall gezogen wurden. Der Fragenkatalog umfasste somit insgesamt 34 Items zur Beurteilung der Informationsdarstellung. Um die erste Forschungsfrage beantworten zu können, fügten wir fünf weitere Items hinzu, die konkret die Eignung der ISO Norm für den genannten Einsatzzweck abfragten. Diese Items bezogen sich auf die Verständlichkeit, Anwendbarkeit, Geeignetheit und Einsetzbarkeit der ISO-Norm für die AMM-Beurteilung und fragten abschließend ab, ob die ISO Norm für die Beurteilung eines ähnlichen Systems weiterzuempfehlen sei. Alle Items wurden auf Basis einer sechs-stufigen Ratingskala von „trifft gar nicht zu“ (1), „trifft weniger zu“ (2), „trifft eher nicht zu“ (3), über „trifft eher zu“ (4), „trifft zu“ (5) bis „trifft völlig zu“ (6) beurteilt (Teil 2).

Im Anschluss an den Fragenkatalog ordneten die Probanden die sieben Usability-Kriterien für Informationsdarstellung (s.o.) entsprechend ihrer Wichtigkeit. Dem wichtigsten Kriterium wurde der Rang 1, dem unwichtigsten der Rang 7 zugeordnet (Teil 3).

Zur Beurteilung der AMM wurde entsprechendes Videomaterial zur Verfügung gestellt. Die kurzen Filmclips zeigten die AMM der TU Darmstadt (Surface Movement Awareness and Alerting System) mit allen Eigenschaften und Funktionalitäten (Ver-naleken et al., 2008; Gesamtdauer der Videoclips: ca. 10 Minuten).

2.4 Ablauf

In einer ca. 30 min. Einführung wurden den Probanden zuerst grundlegende Kenntnisse in der Thematik der AMM vermittelt (Sicherheit am Boden, AMM als Cockpitassistenzsystem zur Unterstützung der Orientierung) und eine Systemdemonstration vorgeführt. In dieser wurde den Teilnehmern erläutert, in welchem Nutzungskontext die AMM eingesetzt wird, wo die AMM im Cockpit als Assistenzsystem platziert ist, welche Informationen und Elemente auf ihr wie dargestellt sind, welche Eingabemöglichkeiten mit der AMM möglich sind (Datenlink vs. manuelle Eingabe) und über welche Funktionalitäten die AMM verfügt (z.B. Traffic, Zoom, Modi).

Danach erhielten die Probanden das Testheft sowie das vorbereitete Videomaterial. Jeder Teilnehmer hatte Zugang zu einem Laptop für die Videopräsentation. Für die Bearbeitung des Testheftes hatten die Teilnehmer ca. 70 Minuten Zeit. Die Reihenfolge der Itembeantwortung wurde vorgegeben; bei der Betrachtung der Videoclips wurde empfohlen, zuerst alle Videoclips anzusehen und danach mit der Itembeantwortung zu starten. Während der Bearbeitung des Testheftes standen zwei Versuchsleiter für aufkommende Fragen zur Verfügung.

3. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Forschungsfragen werden im Folgenden getrennt berichtet.

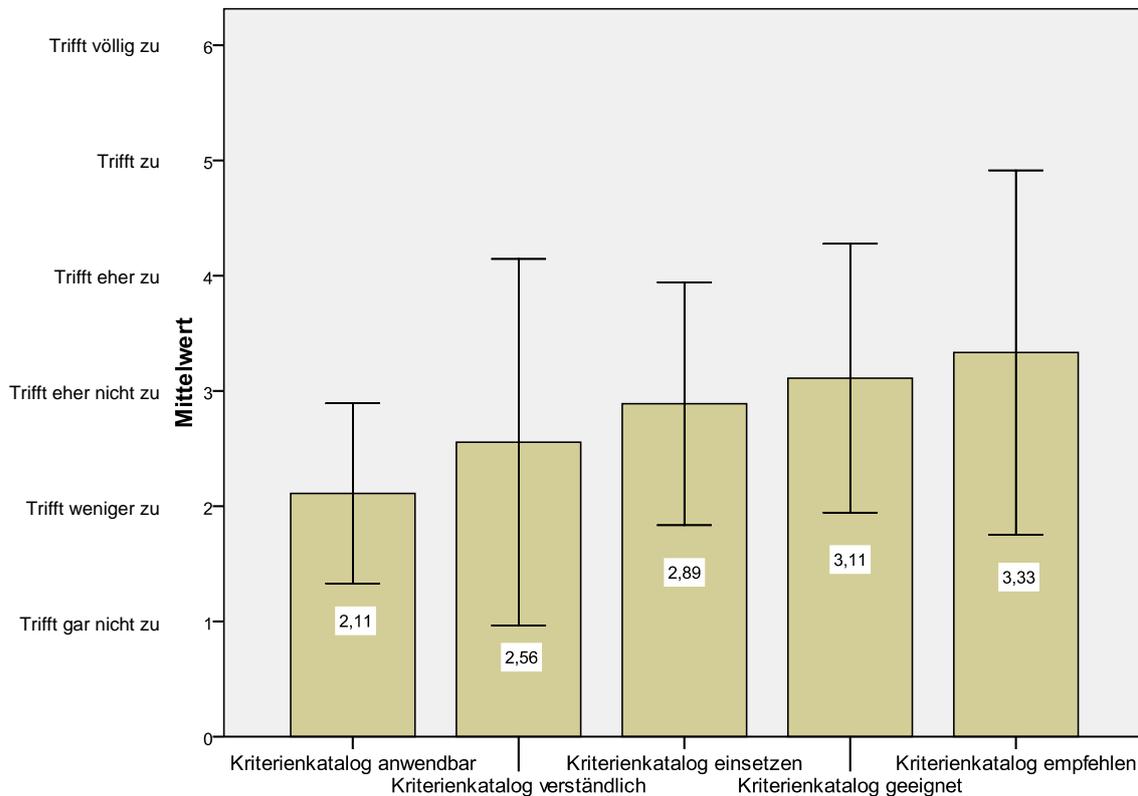
3.1 Eignung der DIN EN ISO 9241-12 für die Beurteilung von AMM

Die Auswertung der Items zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage ergab ein eindeutiges Ergebnis (vgl. Abbildung 1) – alle Items rangierten im unteren Bereich der Ratingskala zwischen „trifft gar nicht zu“ (1) und „trifft eher nicht zu“ (3).

Die Frage, ob der Kriterienkatalog für die Beurteilung von AMM einfach anwendbar sei, beantworteten die Teilnehmer mit „trifft weniger zu“ (2,11). Alle anderen Items, so die Frage nach der verständlichen Formulierung des Usability-Kriterienkatalogs (2,56), die Frage, ob die Probanden den Katalog für die Beurteilung eines ähnlichen Systems wieder einsetzen würden (2,89) und ob der Katalog zur Beurteilung von AMM geeignet sei (3,11), sowie die Frage, ob die Probanden den Katalog weiterempfehlen würden (3,33), wurden im Mittel mit „trifft eher nicht zu“ beantwortet.

Insgesamt wurden somit alle Fragen zur Eignung der DIN EN ISO 9241-12 für die Beurteilung von AMM von den Versuchspersonen mit „trifft eher nicht zu“ oder schlechter beurteilt.

Abbildung 1: Mittelwerte der Bewertungen der Eignung der ISO 9241-12 für die Beurteilung von AMM mit Standardabweichung



3.2 Wichtigkeit der Kriterien für die Beurteilung von AMM

Die zweite Forschungsfrage adressierte die Wichtigkeit der Gebrauchstauglichkeitskriterien von Informationsdarstellung für die Beurteilung einer AMM. Als non-parametrische Alternative zur Varianzanalyse mit Messwiederholung wurde der Friedman-Test gewählt (Dancey & Reidy, 2007). Wie bereits erwähnt, sollten für alle Kriterien Rangplätze vergeben werden – Rang 1 für das wichtigste Kriterium, Rang 7 für das unwichtigste.

Erkennbarkeit wurde mit einem mittleren Rang von 1,89 als wichtigstes Usability-Kriterium für die Beurteilung der Informationsdarstellung auf AMM eingestuft. Als zweitwichtigstes Kriterium folgt die Klarheit der Information (3,11). Im mittleren Wichtigkeitsbereich liegen Verständlichkeit (4,00), Unterscheidbarkeit (4,11), Lesbarkeit (4,44) sowie Kompaktheit/Prägnanz der Informationen (4,56). Auf dem letzten Platz rangiert die Konsistenz der Informationsdarstellung (5,89). Die Teststatistik belegt signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen mittleren Rängen der Kriterien mit dem Friedman-Test ($\chi^2=18.00$, $df=6$, $p=.006$). Um zu überprüfen, welche der paarweisen Vergleiche sich auf einem $\alpha=0.05$ als signifikant erweisen, wurde ein Vorzeichen-Test durchgeführt. Auf multiple Vergleiche wurde zugunsten des Einzelvergleiches von Erkennbarkeit vs. Klarheit verzichtet. Der Vorzeichentest erwies sich mit $p=.039$ als signifikant. Erkennbarkeit von Information wurde somit von den Probanden signifikant wichtiger eingeschätzt als Klarheit.

4. Diskussion

Den Ergebnissen aus 3.1 zufolge scheint der Einsatz der DIN EN ISO 9241-12 für die Beurteilung von AMM im ersten Moment problematisch: Die Urteile der Probanden scheinen geradezu vernichtend und kaum einer würde den Kriterienkatalog wieder einsetzen, weiterempfehlen, etc. Zieht man die zahlreichen Anmerkungen der Teilnehmer zurate, so ergibt sich ein differenzierteres Bild für diese negativen Beurteilungen:

Kritisch ist anzumerken, dass der Kontakt mit dem eigentlich zu beurteilenden System, nämlich der AMM, hier über ein Medium erfolgen musste, nämlich ein Video, das die Funktionalitäten der AMM wiedergab. Es ist klar, dass eine direkte Interaktion der Teilnehmer mit der AMM als ideales Setting für unsere Studie wünschenswert gewesen wäre; leider hat sich dies aus praktischen Gründen nicht realisieren lassen, so dass wir auf Videomaterial zurückgegriffen haben. Diese Variante mag auch dazu beigetragen haben, dass die Probanden Schwierigkeiten dabei hatten zu entscheiden, ob eine bestimmte Eigenschaft der AMM generell nicht vorhanden, oder im gezeigten Videoausschnitt nicht beobachtbar war. Diese methodische Unwägbarkeit hat keinesfalls zum Erfolg des Kriterienkatalogs beigetragen. Für weitere Untersuchungen wäre es daher wünschenswert, diejenigen Eigenschaften der AMM als Items des Kriterienkatalogs aus der Bewertung auszuschließen, die sich der direkten Beurteilung durch das vorgegebene Material entziehen. Wir haben versucht, dies bereits bei der Auswahl der Items zu berücksichtigen; es scheint jedoch nicht in vollem Maße gelungen zu sein. Durch den Ausschluss von Items kann jedoch auch die Gefahr entstehen, dass der Kriterienkatalog auf das zu beurteilende Material (über-)angepasst wird. Dies hätte zur Folge, dass der Kriterienkatalog zwar für die Beurteilung des vorliegenden Materials/Systems gut geeignet ist und daher eine gute Bewertung erhält (z.B. in der Eignung zur Beurteilung von AMM), für andere, ähnliche Materialien/Systeme jedoch ungenügend ist, oder man wieder vor dem eingangs erwähnten Problem steht; nämlich, dass unklar ist, ob bestimmte Eigenschaften des Systems durch das vorliegende Material nicht abgebildet werden oder dem System generell die Eigenschaft fehlt. Weiterhin wiesen einige Teilnehmer darauf hin, dass sich die Beurteilung derjenigen Items als schwierig gestaltete, die sich auf Konventionen in der Luftfahrt bezogen. Beruft man sich dabei auf die anfangs abgefragte Expertise der Teilnehmer verwundert dies nicht, da die meisten Teilnehmer sich zwar als Kenner im Bereich Usability und Human Factors einschätzen, jedoch Novizen in den Bereichen Luftfahrt und Cockpitassistenzsysteme waren. Der Einbezug von zusätzlichen Luftfahrtexperten (z.B. Piloten) scheint uns daher für künftige Studien sehr gewinnbringend. Manche Probanden waren darüber hinaus der Meinung, dass die verwendeten Items zu unspezifisch für die Beurteilung einer AMM formuliert waren. Diese unspezifische Itemformulierung ist der Tatsache geschuldet, dass die DIN EN ISO 9241 als generelles Regelwerk konzipiert ist und somit über einen gewissen Freiraum in der Formulierung verfügen muss, um übergreifend auf die visuelle Informationsdarstellung bei der Verwendung von Bildschirmgeräten anwendbar zu sein. Natürlich muss aus all den angeführten Punkten der Schluss gezogen werden, dass eine Generalisierung auf die Eignung oder Nicht-Eignung der ISO Norm für die Beurteilung von AMM nur eingeschränkt zulässig ist.

Als Schlussfolgerung ergibt sich für uns auch, dass – sollen die Items der DIN EN ISO 9241-12 für die Beurteilung von AMM eingesetzt werden – diese a) am besten mit entsprechend ausführlichem Material (idealerweise Simulatorvorführung der

AMM, Simulation) zu beurteilen sind, und b) eine Beurteilung nur mit entsprechender zusätzlicher Expertise von Pilotenseite vorgenommen werden sollte. Außerdem muss je nach Fragestellung c) die Frage beantwortet werden, ob die Items entweder auf die Beurteilung einer spezifischen AMM angepasst werden sollen oder ob man vielleicht in die entgegen gesetzte Richtung denkt und statt vieler Items nur Kriterien vorgibt (ähnlich einer heuristischen Evaluation), um das Problem zu unspezifischer Formulierungen zu vermeiden.

Bei der Betrachtung der Wichtigkeit der einzelnen Kriterien für die Beurteilung von AMM (vgl. 3.2) stellt die Erkennbarkeit der Information das wichtigste Kriterium dar. Die hohe Gewichtung für Erkennbarkeit erscheint durch den besonderen Nutzungskontext gut nachvollziehbar: So muss es dem Piloten auch unter hohem Workload möglich sein, sich ein schnelles und präzises Bild der Situation zu bilden. Unter Berücksichtigung der generellen Forderung nach kurzen Head-Down-Zeiten im Cockpit scheint es gerechtfertigt und sinnvoll, dass Informationen zu aller erst gut erkennbar sein müssen und andere Kriterien nachrangig sind. Nichtsdestotrotz mag auch hier die Kritik einiger Teilnehmer gerechtfertigt erscheinen, die angaben, dass die vorgestellten Kriterien nicht gleichberechtigt nebeneinander stehen, sondern eher eine Hierarchie bilden. So haben, laut Argumentation eines Teilnehmers, Informationen nur dann die Chance, klar zu sein, wenn sie zuvor auch erkennbar waren. Erkennbarkeit wäre somit eine notwendige Vorbedingung für Klarheit. Auch bei anderen Kriterien wie Unterscheidbarkeit oder Kompaktheit/Prägnanz der Information lassen sich ähnliche Verbindungen schaffen; und auch hier müssen die Informationen zu allererst erkennbar sein, um dann in ihrer Unterscheidbarkeit oder Kompaktheit/Prägnanz beurteilt werden zu können. In weiteren Untersuchungen wäre es daher spannend zu sehen, ob sich derartige hierarchische Beziehungen zwischen den einzelnen Kriterien nachweisen lassen.

Danksagungen

Ein besonderer Dank geht an die Technische Universität Darmstadt, die uns die Filmaufnahmen möglich machte. Weiterhin danken wir allen Teilnehmern des Workshops, die mit ihren konstruktiven Beiträgen für viele Anregungen sorgten, sowie der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die Förderung des Projekts im Graduiertenkolleg prometei an der Technischen Universität Berlin.

Literatur

- Dancey, C.P. & Reidy, J. (2007). *Statistics Without Maths for Psychology*. 4th Edition, Harlow Essex, UK. Pearson/Prentice Hall.
- 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.
- DIN EN ISO 9241-11 (1999). *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit – Leitsätze*. Berlin: Beuth.
- DIN EN ISO 9241-12 (1998). *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten: Informationsdarstellung*. Berlin: Beuth.

- Redtenbacher, W. (2009). *Einführung in die Softwareergonomie*. Onlinedokument verfügbar unter <http://www.redtenbacher.de/swergo/swergo.htm> (letzter Zugriff: 23.06.2009)
- TSO-C165 (2003). *Electronic Map Display Equipment for Graphical Depiction of Aircraft Position*. Onlinedokument verfügbar unter [http://rgl.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgtso.nsf/0/c249ffa917524f6486256dc1006bc220/\\$FILE/TSO-C165.pdf](http://rgl.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgtso.nsf/0/c249ffa917524f6486256dc1006bc220/$FILE/TSO-C165.pdf) (letzter Zugriff: 18.06.2009)
- Vernaleken, C., Urvoy, C., & Klingauf, U. (2008, 14.-19.09.). *Simulator Evaluation of a Novel Surface Movement Awareness and Alerting System (SMAAS) for Runway Incursion Avoidance*. Paper presented at the 26th International Congress of the Aeronautical Sciences (ICAS 2008), Anchorage, Alaska.
- Yeh, M (2004). *Human Factors Considerations in the Design and Evaluation of Moving Map Displays of Ownship on the Airport Surface*. Report No. DOT/FAA/AR-04/39. U.S. Department of Transportation Research and Special Programs Administration John A. Volpe National Transportation Systems Center. Cambridge