

Mensch-Maschine-Zusammenarbeit innerhalb von Leitstand-Teams im Luftverkehrsmanagement

Maria Freese & Meike Jipp

Zusammenfassung

Aufgrund der zunehmenden Technologisierung ist die Entwicklung von Assistenzsystemen unentbehrlich, da Operateure bei der Durchführung komplexer Prozesse unterstützt werden müssen. Künftig werden soziotechnische Systeme entstehen, im Rahmen derer Menschen und technische Systeme kooperativ interagieren. Diese Entwicklung der steigenden Automatisierung und der Tendenz zu kooperativen soziotechnischen Systemen ist auch im Luftverkehrsmanagement zu erwarten. Allerdings sind in diesem Bereich die Möglichkeiten der Automatisierung beschränkt. Die Verantwortung für Entscheidungsprozesse wird weiterhin von menschlichen Operateuren übernommen. Dennoch ist es notwendig, vorhandene Prozesse zu optimieren. Eine Möglichkeit der Optimierung ist, die Zusammenarbeit beteiligter Stakeholder mit Hilfe von Assistenzsystemen zu unterstützen. Vor allem in kritischen Situationen, in denen schnell bestmögliche Entscheidungen getroffen werden müssen, scheinen Assistenzsysteme von Vorteil zu sein. Besonders in solchen Situationen unterliegen Entscheidungen Einflussgrößen, die die Lösungsfindung beeinflussen können. Bisherige Studien analysierten dabei besonders den Einfluss von Situationsbewusstsein und Arbeitsbelastung. Allerdings können auch Emotionen ein entscheidender Faktor sein. Die Teamarbeit, bestehend aus menschlichen Operateuren und unterstützt durch technische Systeme, muss im Hinblick auf eine künftige Mensch-Technik-Zusammenarbeit so gestaltet werden, dass beide Seiten die jeweils andere verstehen und das technische System auf den Operateur adaptiv reagieren kann. Dafür ist Wissen über Emotionen relevant, damit das technische System adäquat auf die emotionalen Bedürfnisse der Operateure reagieren kann.

1 Einleitung

„Der Urlaub ist zu Ende, aber nach Hause geht es trotzdem nicht: Nach einem Vulkanausbruch in Indonesien hängen Touristen wegen geschlossener Flughäfen fest.“¹ So oder so ähnlich konnte es vor kurzem in den Nachrichten gehört bzw.

¹ <http://www.spiegel.de/reise/fernweh/bali-muss-internationalen-flughafen-schliessen-a-1042997.html> [08.09.2015]

gelesen werden. Im Juli 2015 legte die Aschefontäne des Vulkanes „Raung“ (ca. 150 km von Bali entfernt) den Flugverkehr in den nahegelegenen Urlaubsregionen lahm. Durch die windigen Wetterbedingungen wurde die Aschewolke in Richtung Bali getragen und schränkte die Sicht am Flughafen deutlich ein. Resultate waren massive Behinderungen auch im interkontinentalen Luftverkehr. Betroffen waren 47.000 Urlauber der Ferieninsel Bali, die nicht nach Hause kamen; 357 in- und ausländische Flüge wurden gestrichen und auch der internationale Flughafen Lombok sowie drei kleine Flughäfen in der Region mussten dicht gemacht werden. Auch nach dem Aufheben des Flugverbotes war es eine große Herausforderung, Maschinen und Crews zu koordinieren, um einen möglichst effizienten Flugverkehr garantieren zu können. Um dies allerdings zu gewährleisten, mussten sich die relevanten Interessengruppen (Stakeholder, auch Operateure genannt) gemeinsam abstimmen. Im Rahmen dieser kooperativen Abstimmung ist mit divergierenden Interessen und Zielvorstellungen zu rechnen und Emotionen wie Frust oder Ärger können ggf. die Lösungsfindung signifikant beeinflussen (Freese & Jipp, 2015). Das o.g. Beispiel veranschaulicht, dass vor allem in kritischen (z.B. Notfälle oder Störungen) und unvorhersehbaren (z.B. Großwetterereignisse) Situationen der Prozess der Entscheidungsfindung zwischen verschiedenen Partnern abgestimmt werden muss, damit in relativ kurzer Zeit Entscheidungen optimal generiert werden können. Eine Möglichkeit der Optimierung ist, die Zusammenarbeit relevanter Stakeholder-Gruppierungen effizienter und effektiver zu gestalten.

Ziel des vorliegenden Beitrages ist es, zu veranschaulichen, dass im Luftverkehrsmanagement (*Air Traffic Management, ATM*) ein vermehrter Fokus auf den Entscheidungsprozess der Stakeholder inklusive entscheidender Einflussfaktoren wie Emotionen gelegt werden muss. Diese Betrachtung dient einer grundsätzlichen Fragestellung nach den optimalen Randbedingungen für eine effektive Zusammenarbeit und Entscheidungsfindung. Im Folgenden wird daher zunächst auf die Grundlagen des ATMs eingegangen. Dabei interessieren vor allem Entscheidungsprozesse relevanter Interessengruppen und deren Einflussfaktoren. Besonders hervorgehoben wird in diesem Fall der entscheidende Einflussfaktor „Emotion“, der bis dato in diesem Forschungsgebiet noch wenig Beachtung fand. Zur Abbildung komplexer Entscheidungsprozesse wurde sich im Rahmen der vorliegenden Arbeit mit der Forschungsmethode „*Serious Gaming*“ auseinandergesetzt, da diese im Vergleich zu konventionellen Methoden der Real- und Schnellzeitsimulation Vorteile bei der Untersuchung von komplexen Entscheidungsprozessen liefert.

2 Theoretische Grundlagen

Folgend werden theoretische Grundlagen bezüglich am Institut für Flugführung entwickelter Konzepte zur Teamarbeit für das ATM dargelegt. Darunter zählt zum einen das Konzept der kollaborativen Entscheidungsfindung (*Airport-Collaborative Decision-Making, A-CDM*). Dieses Konzept geht von einer

gemeinsamen Datengrundlage der an der Entscheidung beteiligten Partner aus. Zum anderen wird das auf Basis von A-CDM weiterentwickelte Konzept Total Airport Management (TAM) vorgestellt. Dabei stehen vor allem zwei Schlüsselemente im Vordergrund: der Airport Operation Plan (AOP) und das Airport Operation Control Center (APOC, auch Leitstand genannt). Diese werden im weiteren Verlauf ebenfalls vorgestellt.

2.1 Konzepte zur Teamarbeit im Bereich Luftverkehrsmanagement

An einem Flughafen arbeiten verschiedene Stakeholder-Gruppierungen. Es handelt sich dabei z.B. um:

- die Flugsicherung (Air Traffic Controller),
- diverse Fluggesellschaften (Airlines),
- die Flughafengesellschaft (Airport) sowie
- die Bodenabfertigung (Ground-Handler).

Neuartige Konzepte sollen Prozesse und die Zusammenarbeit dieser Stakeholder untereinander optimieren, damit eine effiziente, sichere und umweltverträgliche Mobilität gewährleistet werden kann (Quadrat-Ullah et al., 2007; Shetty, 2008; Harris & Stanton, 2010). Dabei soll der Entscheidungsprozess optimal bezüglich bestimmter Leistungsbereiche (*Key Performance Areas, KPAs*) gestaltet werden (SESAR, 2012). Dies sind:

- Umwelt (environment),
- Kosteneffizienz (cost efficiency),
- Sicherheit (safety),
- Kapazität (capacity).

Das Konzept des A-CDMs sieht vor, dass verschiedene Interessengruppen auf eine gemeinsame Datengrundlage zugreifen können. Alle beteiligten Stakeholder verfügen über bestimmte Informationen, die für alle transparent zur Verfügung stehen (SESAR, 2012). Der Prozess der eigentlichen Entscheidungsfindung ist dabei noch nicht vollumfänglich gestaltet. In einer Weiterentwicklung wurde sich mit dem Konzept TAM auseinandergesetzt, welches vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) in Zusammenarbeit mit EUROCONTROL (2006) entwickelt wurde. Künftig sollen Agenten der Stakeholder-Gruppierungen in einem Leitstand vertreten sein (Bild 1). Ziel ist es, die aktuelle Situation des Flughafens bezüglich bestimmter Kriterien zu analysieren, in kooperativen und kollaborativen Prozessen gemeinsam Lösungen zu erarbeiten und Planungen abzuleiten. Dabei kann dieser Leitstand virtuell oder real sein. Entscheidungen sollen auf Basis einer gemeinsamen Informationsmenge und anhand eines AOPs getroffen werden können. Der AOP muss dazu in iterativen Schritten bestmöglich gestaltet werden. Dies wird durch Kommunikation und Zusammenarbeit gefördert. Nach Günther et al. (2006) wird dieser kooperative Prozesse durch begrenzte Ressourcen eines Flughafens, aber auch durch divergierende Zielstellungen der verschiedenen Stakeholder beeinflusst und der gemeinsame Prozess der Entscheidungsfindung erschwert (Günther et al., 2006; Meinecke,

2011). Hinzu kommt, dass bis dato jede Interessengruppe am Flughafen in eigenen operationellen Zentren arbeitet und durch die räumliche Trennung aller am Entscheidungsprozess beteiligter Interessengruppen die Zusammenarbeit behindert wird.

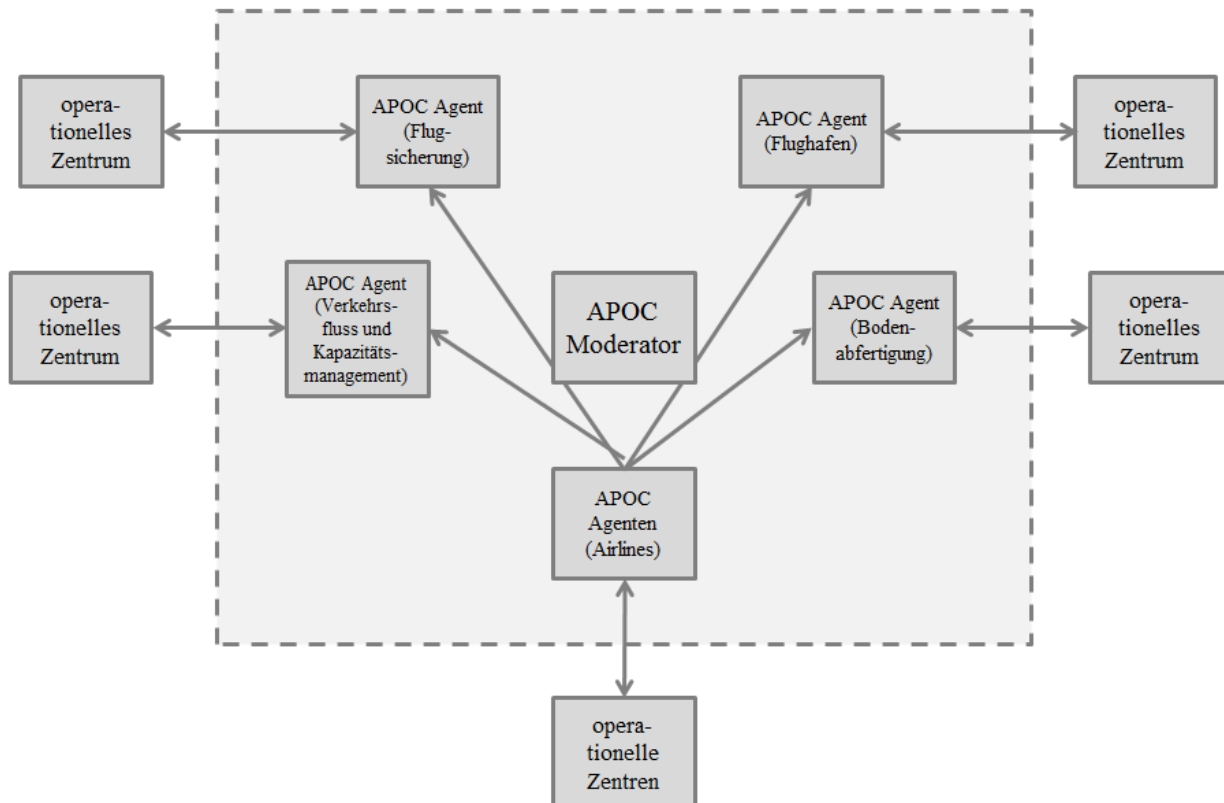


Bild 1: Darstellung der einzelnen Stakeholder-Agenten in einem Leitstand sowie vereinfachte Veranschaulichung der Interaktionen am Beispiel eines Airline-Agenten (nach Günther et al., 2009).

Das Institut für Flugführung hat in Braunschweig einen solchen Leitstand (*Airport Control Center Simulator, ACCES*) errichtet. Der ACCES ist ein Werkzeug zur Erprobung und Bewertung neuer Konzepte im ATM (Bild 2).



Bild 2: Airport Control Center Simulator (ACCES) (DLR intern, 2015)

Ziel ist es, eine Managementzentrale mit Arbeitsstationen für verschiedene Stakeholder an Flughäfen abzubilden. In dieser Umgebung können Konzepte zu gemeinsamen Entscheidungsfindungsprozessen der Stakeholder eines Flughafens untersucht werden (DLR, 2013).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Entscheidungen und der eigentliche Prozess der Entscheidungsfindung im Bereich des ATMs ein sehr zentrales und noch zu optimierendes Thema darstellen. Spricht man nun von Entscheidungen und Entscheidungsfindungsprozessen im ATM, so muss sich aktuell auch mit dem Thema der Teamarbeit auseinandergesetzt werden. Durch Formen der Teamarbeit ist es möglich, die Zusammenarbeit beteiligter Stakeholder zu optimieren.

2.2 Teamarbeit

Assistenzsysteme werden künftig im ATM Einzug finden, um Menschen bei bestimmten Aufgaben zu unterstützen. Diese Systeme sollen bestimmte Funktionen ausführen, die von den menschlichen Operateuren aufgrund limitierter Verarbeitungskapazität oder begrenzter menschlicher Reaktionszeit nicht effizient bearbeitet werden können. Dadurch werden Operateure vor allem bei der Durchführung komplexer Prozesse unterstützt (Schulte, 2003). Allerdings wird in diesem Anwendungsgebiet nicht komplett auf den Menschen verzichtet werden können. Menschen werden weiterhin Entscheidungsträger im ATM bleiben (Eschen, 2013). Dies ist vor allem in unvorhersehbaren Situationen relevant. Dabei wird sich die Teamarbeit aufgrund diverser Vorteile immer weiter etablieren. In Teams kann z.B. schneller und kostenbewusster gearbeitet werden, da die beteiligten Personen zu einem bestimmten Zeitpunkt gemeinsam über ein bestimmtes Problem diskutieren und gemeinsam Lösung generieren können. In kürzerer Zeit können durch eine gemeinsame Informationsgrundlage effektive und effiziente Entscheidungen getroffen werden (Nöllke, 2010). Diese beispielhaft genannten Gründe führen dazu, dass die Tendenz zur Teamarbeit in Unternehmen in den letzten Jahrzehnten steigend war (Roberts, 2001) und weiterhin steigend bleibt (Raymond, 2011). Teams können dabei ausschließlich aus Menschen, aber auch aus Menschen und technischen Systemen bestehen. So kann eine Mensch-Technik-Zusammenarbeit als Form der Teamarbeit verstanden werden, da diese Zusammenarbeit Charakteristika der Teamarbeit, wie wechselseitige Aufgabenabhängigkeit und geteilte Ziel, ausweist (Eschen, 2013).

Wenn man von Teamarbeit spricht, muss man sich auch mit den Begrifflichkeiten Kooperation und Koordination auseinandersetzen. Zur Abgrenzung der Begrifflichkeiten dient das folgende Kapitel.

2.2.1 Zwischen Kooperation und Kollaboration

Im Alltagsgebrauch werden die Begriffe Kooperation und Kollaboration oft synonym verwendet. Jedoch existieren unterschiedliche Bedeutungen, die im Folgenden kurz erläutert werden. Von Kooperation spricht man, wenn das Lösen von Aufgaben durch jeweils verschiedene Aufgabenträger ausgeführt wird. Ziel

ist ein gemeinsames, übergeordnetes Ziel. Die zu lösende Aufgabe ist in verschiedene Teilaufgaben gegliedert. Jede Teilaufgabe ist einer bestimmten Person zugeordnet. Die Bearbeitung der Teilaufgaben durch entsprechende Verantwortliche dient somit der Bearbeitung der Gesamtaufgabe. Die Kooperation besteht dabei vor allem in der Zusammenarbeit der einzelnen Personen untereinander (Schmalz, 2007). Im Unterschied zur Kooperation findet bei der Kollaboration keine Arbeitsteilung statt. Alle Teilnehmer bearbeiten gemeinsam entsprechende Aufgaben. Das Erreichen eines gemeinsamen Zieles steht im Vordergrund. Dabei trägt jede Person mit ihren individuellen Kenntnissen und Fähigkeiten zur Lösungsfindung bei. Die Personen sind alle gleichberechtigt. Genau diese Idee spiegelt sich auch in den Ideen der kollaborativen Entscheidungsfindung wieder, weshalb sich im weiteren Verlauf auf den Begriff der „Kollaboration“ konzentriert wird (Schmalz, 2007).

Sobald verschiedene Stakeholder in einem Team zusammenarbeiten, so resultieren daraus bestimmte Herausforderungen, die gemeistert werden müssen. Inhaltlicher Schwerpunkt im nächsten Kapitel sind die zu erwartenden Herausforderungen in Teams mit verschiedenen Interessengruppen, die im Rahmen eines Fragebogens ermittelt wurden.

2.2.2 Herausforderungen in der Teamarbeit

Herausforderungen in Situationen, in welchen verschiedene Stakeholder gemeinsam Entscheidungen treffen sollen, gibt es sehr viele. Mittels eines Fragebogens wurde sich u.a. folgender Fragen gewidmet:

- Wie häufig treten in Ihrem Arbeitskontext Situationen auf, in denen Sie Entscheidungen mit verschiedenen Interessengruppen treffen müssen?
- Was sind Ihrer Meinung nach Herausforderungen in solchen Situationen?

Dazu wurde ein Online-Fragebogen in deutscher und englischer Sprache entwickelt und an ATM-Stakeholder von 23 europäischen Flughäfen per E-Mail versandt. In Tabelle 1 ist eine Übersicht über die Versuchsteilnehmer dargestellt. Mit ca. 49 % bilden die Fluggesellschaften den größten Vertreter der Online-Umfrage.

Tab. 1: Verteilung der Versuchsteilnehmer des Online-Fragebogens (N=Nennungen).

	Deutsch		Englisch	
	N	%	N	%
Berufsbezeichnung				
Fluggesellschaft	16	76,2	1	7,1
Flughafen	5	23,8	12	85,7
Flugsicherung	/	/	1	7,1
Summe	21	100	14	100

In Bild 3 wird dargestellt, wie häufig Entscheidungssituationen mit verschiedenen Interessengruppen auftreten. Von den 35 Befragten befinden sich ca. 51 % sehr oft in Situationen, in welchen Entscheidungen mit verschiedenen Interessengruppen getätigt werden müssen. Und ca. 86 % haben mindestens oft mit solchen Situationen zu tun.

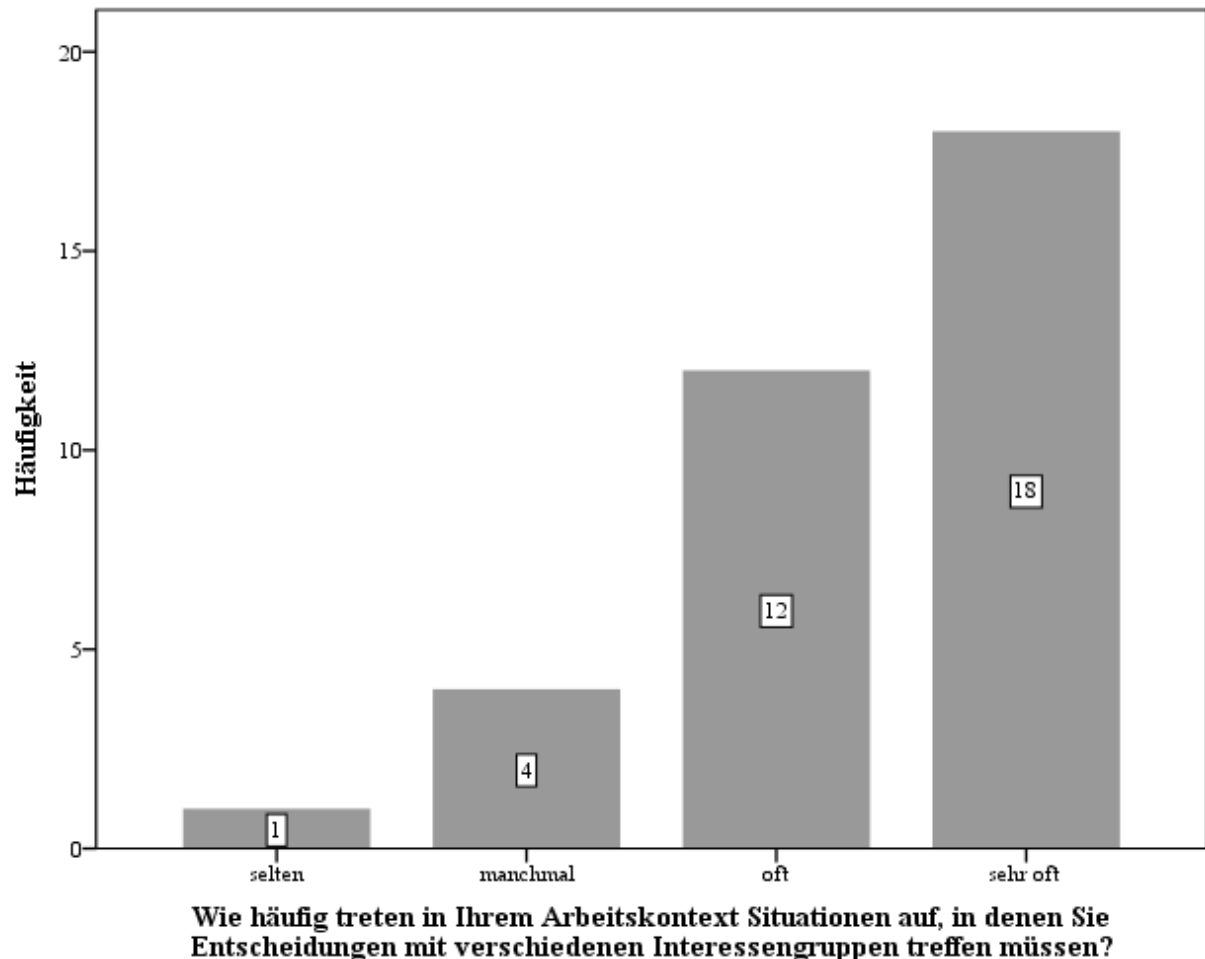


Bild 3: Darstellung der Häufigkeiten bezogen auf die Frage nach Entscheidungssituationen mit verschiedenen Interessengruppen.

Da den Befragten Entscheidungssituationen mit verschiedenen Interessengruppen bekannt sind, bedeutet dies wiederum, dass mit aussagekräftigen Aussagen bei der nächsten Frage gerechnet werden kann. Dabei handelt es sich um die Herausforderungen in Entscheidungssituationen mit verschiedenen Interessengruppen, die in Tabelle 2 dargestellt werden. Es handelte es sich um eine offene Frage. Antworten, die von verschiedenen Versuchsteilnehmern mehrheitlich genannt wurden, wurden in Kategorien zusammengefasst.

Tab. 2: Herausforderungen in Entscheidungssituationen mit verschiedenen Interessengruppen (doppelte Nennungen eines Versuchsteilnehmers zulässig).

Kategorie	Auszug an genannten Einflussfaktoren	Nennungen
verschiedene Ziele und Interessen	<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der Interessen/ Zielsetzungen der jeweiligen Interessengruppe • Einerseits die Abstimmung selbst, Identifikation, mit wem überhaupt abzustimmen ist, aber auch die Abgrenzung sowie die Wahrung der Kompetenzen • Den Fokus auf der Gesamtlösung behalten. Innerhalb verschiedener Gruppen gibt es konkurrierende Ziele, die einem Gesamtkonzept nicht zuträglich sind • saubere und schnelle Kommunikation, Informationsbeschaffung, unterschiedliche Interessen der Beteiligten 	16
Zeitdruck	<ul style="list-style-type: none"> • Entscheidungen unter Zeitdruck • Schnell zu analysieren und eine Entscheidung mit möglichst viel Schadensbegrenzung und wenig Auswirkungen für die Zukunft zu treffen • Ruhe bewahren, Prioritäten setzen, erklären, Verständnis schaffen • Unter Zeitdruck eine effektive und trotzdem ausgewogene Lösung zu finden. 	5
Sonstiges	<ul style="list-style-type: none"> • ausgewogenes Verhältnis betriebswirtschaftliche und Kundeninteressen herstellen • Überblick behalten, Abwägen und nach gegebenen Kriterien/Vorgaben, entscheiden • EDV-Probleme • clearly defining the buy-in for the stakeholders, and being patient • Tasks Prioritization, Demanding environment, Work overload 	5
eigene Ziele durchsetzen	<ul style="list-style-type: none"> • bei gegebener Kompromissbereitschaft die für mein Unternehmen wichtigen Ergebnisse erzielen • trotz der üblichen Kompromissbereitschaft die eigenen Interessen durchsetzen. • Each stakeholder has their own priority they are focused on achieving 	3

In der Tabelle 2 wird sichtbar, dass vor allem die Kategorien „verschiedene Interessen und Ziele“ sowie mit Abstrichen „Zeitdruck“ und „Sonstiges“ eine relevante Rolle spielen. Dies spricht für das Konzept A-CDM, welches eine gemeinsame Datengrundlage vorschlägt, mit dem Ziel, dass Informationen transparent vermittelt werden können. Es spricht allerdings auch dafür, dass sich weiter dem Aspekt der Teamarbeit in diesem Anwendungsgebiet gewidmet werden muss, um diverse Herausforderungen zu meistern und den Entscheidungsprozess bestmöglich zu gestalten. Durch die Unterstützung von Assistenz-

systemen, die den Stakeholder bei der Durchführung komplexer Aufgaben helfen, ist dies möglich.

Zusammenfassend wurden bis dato die Grundlagen des ATMs inklusive Konzepte der kollaborativen Entscheidungsfindung im ATM dargelegt. Eine zunehmende Automatisierung komplexer Prozesse ist im ATM wahrscheinlich. Dabei werden Menschen durch technische Systeme unterstützt, bleiben aber aufgrund ihrer Fähigkeiten und Kompetenzen mitverantwortlich für Entscheidungen (Eißfeldt, 1991; SESAR Consortium, 2007; Eschen, 2013). Um zu wissen, auf welche Art und Weise solche Assistenzsysteme reagieren sollen, wird sich im Anschluss mit dem Prozess der Entscheidungsfindung und möglichen Einflussfaktoren beschäftigt. Das Wissen über den Prozess einer Entscheidung und mögliche Einflussfaktoren lässt es zu, Assistenzsysteme so zu gestalten, dass sie bereit sind, auf die menschlichen Bedürfnisse einzugehen.

2.3 Entscheidungsfindung

Jeder Mensch trifft am Tag mehrere Entscheidungen. Dabei sind die Ursachen einer solchen Entscheidung von unterschiedlichster Natur. In der Regel werden Entscheidungen getroffen „[...] ,weil ein Defizit festgestellt wurde, sich Parameter einer Situation geändert haben oder aufgrund bestimmter eingetretener Bedürfnisse“ (Freese & Jipp, 2014, S. 4.; Busse, 2012). Der Prozess der Entscheidungsfindung wird definiert als ein Prozess, bei welchem die Beschäftigung mit zwei oder mehreren Handlungsalternativen im Vordergrund steht (Nöllke, 2010). In Routine-Situationen wird dabei z.B. oft auf Erfahrung zurückgegriffen (Busse, 2012). Der eigentliche Prozess der Entscheidungsfindung wird in drei Phasen gegliedert (Bild 4).

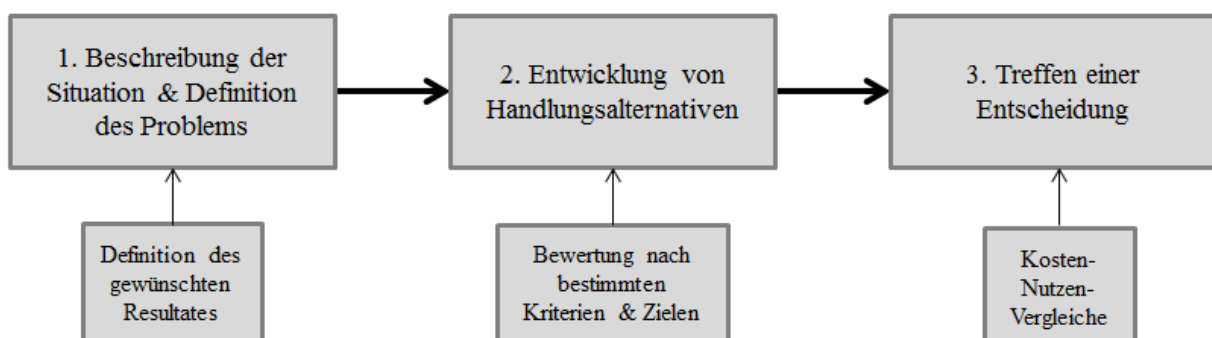


Bild 4: Ablauf eines Entscheidungsprozesses (Tramm & Rebmann, 1997; Wolf, 2013).

Ziel künftiger Assistenzsysteme soll es sein, Individuen oder ganze Teams im Prozess der Entscheidungsfindung zu unterstützen. Entscheidungen sollen dadurch effizienter und effektiver gestaltet werden. Einem weiteren Punkt, dem man sich widmen sollte, um Entscheidungsprozesse bestmöglich zu gestalten, ist die Betrachtung möglicher Einflussfaktoren auf die Entscheidungsfindung.

2.4 Einflussfaktoren

Es gibt dabei verschiedene Einflussfaktoren auf den Prozess, welche die Entscheidungsfindung im Rahmen der Teamarbeit beeinflussen können. Dies kann Auswirkungen zum einen auf die Qualität der Lösungsvorschläge haben, zum anderen ist mit Einflüssen auf die Zeit, bis eine Entscheidung getroffen wurde, sowie auf die Zufriedenheit der Stakeholder zu rechnen.

2.4.1 Allgemein

Betrachtet man sich die Forschungen im Bereich ATM, so fällt auf, dass vor allem zwei zentrale Einflussfaktoren existieren. Dabei wurde sich neben dem Einfluss von Arbeitsbelastung (*workload*) (z.B. Urban et al., 1996) auch auf Situationsbewusstsein (*situation awareness*) (z.B. Endsley, 1988) konzentriert. Neben diesen Faktoren sind es aber auch Emotionen, die einen Einfluss auf die Entscheidungsfindung und das Ergebnis einer Entscheidungsfindung haben können (s. auch Vollmeyer & Funke, 1999; Buchner, 1999). Da der Zusammenhang zwischen Entscheidungsfindung und Emotionen noch nicht final geklärt ist und auch in dem Anwendungskontext ATM relevante Fragen offen sind, wird sich im weiteren Verlauf den Emotionen gewidmet (Jungermann et al., 1998; Spring, 2001; Töpfer, 2004).

2.4.2 Emotionen

Emotionen beschreiben im Allgemeinen eine Reaktion auf ein spezifisches und benennbares Ereignis. Dabei werden sie als intensiv erlebt und sind in ihrer Dauer eher kurzfristig (Kiefer, 2002). Eine negative Emotion ist z.B. Angst (Reaktion) vor einer eben erkannten Spinne (Ereignis). Freude kann als positive Emotion als Reaktion auf das Erhalten einer positiven Textnachricht (Ereignis) sein. Da verschiedene Ansichten über Definitionsmöglichkeiten von Emotionen existieren, wird im Folgenden eine Arbeitsdefinition angewandt, wie sie in einer Gegenüberstellung von Kleinginna und Kleinginna (1981) definiert wurde. In dieser wurden 92 Definitionen von Emotion gesammelt und miteinander verglichen. Resultat ist die Auffassung, dass Emotionen aus verschiedenen Komponenten bestehen, die sich wechselseitig beeinflussen. Nach Kleinginna & Kleinginna (1981, p. 355) ist eine Emotion

- ein komplexes Muster von Interaktionen zwischen subjektiven und objektiven Faktoren, welches von neuronalen und hormonellen Systemen vermittelt wird und
- sich auf affektive Erfahrungen (Freude/Unmut; gut/schlecht) bezieht,
- kognitive Prozesse generiert, wie z.B. emotionsrelevante Bewertungen,
- physiologische Anpassungen an erregende Bedingungen veranlasst und
- meistens zu einem zielgerichteten, adaptiven Verhalten führt.

Betrachtet man unterschiedliche Forschungsbereiche (z.B. Entscheidungstheorien), so wurde sich bis dato bereits mit dem Einfluss von Emotionen auf Entscheidungsfindungsprozesse beschäftigt (Menges et al., 2008). Dabei werden

zwei grundlegende Ansichten verfolgt. Zum einen gibt es Ansichten, die mittels Studien belegt haben, dass positive Emotionen (z.B. Freude oder Zufriedenheit) zu positiven Resultaten führen (Isen, 1993a, 1993b). Weiterhin wurde in Studien empirisch belegt, dass negative Emotionen (z.B. Frustration oder Neid) zu negativen Effekten führen (Bedeian, 1995). Zum anderen gibt es Befunde in der Literatur, die annehmen, dass positive Emotionen zu negativen, und negative Emotionen zu positiven Ergebnissen führen (z.B. Menges et al., 2008). Zusammenfassend dargelegt bedeutet dies, dass Emotionen die Entscheidungsfindung sowohl in positiver als auch in negativer Art und Weise beeinflussen.

Der Einfluss von Emotionen auf Entscheidungsprozesse muss empirisch nachgewiesen werden. Dann kann auch die Frage beantwortet werden, in welche Richtung dieser Einfluss zu verzeichnen ist. Durch das Wissen über Emotionen ist es möglich, Assistenzsysteme zu etablieren, die aufgrund gezeigter Emotionen unterstützend reagieren können. Derzeit ist es nicht möglich, den Einfluss von (induzierten) Emotionen in einem realen Umfeld zu testen. Aus diesem Grund wurde sich einer im ATM-Kontext neuen Forschungsmethode, dem „*Serious Gaming*“, gewidmet. Dabei ist es möglich, komplexe Interaktionsprozesse auf abstrahierter Art und Weise abzubilden.

3 Serious Gaming

„*Serious Games*“ sind nach Abt (1970) Spiele, die neben dem Unterhaltungsfaktor auch einen Zweck (meist pädagogischer Natur) erfüllen. Dabei sind solche Spiele durch folgende Charakteristika (Sauvé et al., 2007) gekennzeichnet:

- Spieler (mind. 1), Identifikation mit der Rolle, menschliche Interaktion,
- Ziel des Spieles (Hindernisse zum Erreichen des Spieles), Ende des Spieles,
- Konflikt, Wettbewerb, Kooperation,
- Regeln (Set von Richtlinien, Beziehung zwischen Spielern, Spielumgebung),
- Vereinfachte Darstellung der Realität,
- ggf. Lernaspekte.

Der Ursprung solcher „*Serious Games*“ liegt im militärischen Bereich begründet, aber auch im Bereich der Erziehung und Training ist diese Form der Spiele etabliert (Abt, 1970; Djaouti et al., 2011). Die Anwendung von „*Serious Games*“ ist interessant, da menschliches Verhalten und Interaktionen in bestimmten Situationen analysiert werden kann. Der Methode „*Serious Gaming*“ wurde sich im vorliegenden Fall gewidmet, da menschliche Interaktionen im Detail schwer mit konventionellen Methoden der Real- oder Schnellzeitsimulation zu erfassen sind. „*Serious Games*“ bieten die Möglichkeit, komplexe Konzepte des ATMs auf abstrahierter Art und Weise zu validieren. Die Grundlagen der Entscheidungsfindung im ATM und Aspekte der Kollaboration und Teamarbeit wurden in das „*Serious Game*“ „D-CITE“ (*Decisions based on Collaborative Interactions in TEams*) (Freese et al., 2015) übertragen. Ziel ist es, bestimmte Verhaltensweisen und Entscheidungsprozesse des ATMs nachzubilden, die in diesem Kontext zu erwarten sind. Der Fokus liegt vor allem auf der Kommunikation und

Kollaboration der einzelnen Spieler untereinander sowie dem gemeinsamen Entscheidungsprozess. D-CITE ist derzeit für vier Spieler (+ Spielleiter) ausgelegt und digital spielbar. Es sind dabei drei Interessengruppen eines Flughafens vertreten:

- zwei Fluggesellschaften (Airlines),
- eine Flughafengesellschaft (Airport),
- eine Bodenabfertigung (Ground-Handler),
- zzgl. Beobachter.

Ziel des jeweiligen Teams ist es, einen möglichst hohen Team-Wert zu erreichen. Der Team-Wert setzt sich aus zwei Parametern zusammen, die während einer bestimmten Anzahl an Runden erspielt werden können. Zum einen ist solch ein Ausgabeparameter die Passagierzufriedenheit, die im Laufe des Spieles durch Fehlplanungen in eine Unzufriedenheit getrieben werden kann und mit Minuspunkten für den Team-Wert verbunden ist. Zum anderen ist dies das Einkommen der jeweiligen Rolle, welches in dem Team-Wert verankert wird. Am Ende des Spieles werden dann die Parameter mit Hilfe eines bestimmten Algorithmus verrechnet und es resultiert ein Wert, der angibt, wie gut bzw. weniger gut das Team im Vergleich zu anderen Teams zusammengearbeitet hat. Dabei ist es unabdingbar, dass sich die teilnehmenden Spieler untereinander austauschen. Jeder Spieler hat nämlich nur Wissen über das eigene System und die Funktionsweise des Systems, nicht jedoch aber über das System der anderen Mitspieler. Je besser die Spieler Informationen austauschen, desto höher wird auch der Team-Wert werden. Mittels D-CITE ist es somit möglich, Entscheidungsprozesse auf eine abstrahierte Art und Weise abzubilden, komplexe Interaktionsprozesse zu veranschaulichen und bestimmte Einflussfaktoren zu untersuchen.

4 Diskussion

Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit der Mensch-Maschine-Zusammenarbeit von Leitstand-Teams im ATM. Dazu wurden zunächst Grundlagen des ATMs und der Teamarbeit dargelegt. Auch im ATM wird künftig eine zunehmende Automatisierung zu verzeichnen sein. Jedoch bleibt die menschliche Komponente als Entscheidungsträger bestehen. Vor allem die Teamarbeit mit kollaborativen Aspekten wird zunehmend mehr Bedeutung gewinnen, da in kürzerer Zeit Informationen ausgetauscht und effiziente und effektive Entscheidungen getroffen werden müssen. Um diesen Entscheidungsprozess in Leitstand-Teams bestmöglich zu gestalten, ist es notwendig, Einflussfaktoren zu analysieren und sich den Herausforderungen zu stellen. Dies können neben Arbeitsbelastung und Situationsbewusstsein eben auch Emotionen sein. Der Beitrag sollte die Bedeutsamkeit dieses Einflussfaktors hervorgehoben haben. Zur Abbildung von Entscheidungsprozessen im ATM mit dem Ziel, emotionale Einflussfaktoren zu analysieren, wurde sich der neuen Methode „*Serious Gaming*“ gewidmet. Dabei liefert „*Serious Gaming*“ Vorteile im Vergleich zu herkömmlichen Methoden der Real- und Schnellzeitsimulation. Im Rahmen der Entwicklung von D-CITE wurde

der Fokus auf der Verankerung von kollaborativen Entscheidungsprozessen gelegt.

4.1 Fazit

Im Hinblick auf eine künftige Mensch-Technik-Zusammenarbeit müssen beide Komponenten (Mensch und technisches System) die jeweils andere verstehen. Einen Faktor, den man dafür in Betrachtung ziehen sollte, sind Emotionen. Eine Implementierung in ein technisches System würde es möglich machen, auf den emotionalen Zustand des menschlichen Gegenübers zu reagieren, mit dem Ziel die Leistung (Performanz) der Gruppe zu steigern. Mit dem Wissen ist es dann realisierbar, Assistenzsysteme zu entwickeln, die den Menschen bzw. Leitstand-Teams in vor allem kritischen Situationen unterstützend zur Seite stehen. Dabei erscheint es von Vorteil zu sein, wenn die technischen Systeme aufgrund der gezeigten Emotion (z.B. Frustration) der Menschen reagieren, mit dem Ziel, die Performanz der Teamarbeit bestmöglich zu unterstützen. Vor allem in nicht planbaren, kritischen Situationen (z.B. Vulkanausbruch in Indonesien 07/2015), in denen in kurzer Zeit, effiziente und effektive Entscheidungen getroffen werden müssen, bieten solche Assistenzsysteme Vorteile.

4.2 Ausblick

Zur empirischen Überprüfung der in diesem Beitrag veranschaulichten Annahmen werden Studien durchgeführt, um den Einfluss von Emotionen im Rahmen der Entscheidungsfindung von Leitstand-Teams zu untersuchen. Aufbauend auf den Ergebnissen ist es dann möglich, Konzepte zur Assistenzsystementwicklung zu erstellen, die die Teamarbeit weiterhin unterstützen.

Literatur

- Abt, C. (1970). *Serious Games*. New York: Viking Press.
- Bedeian, A.G. (1995). Workplace envy. *Organizational Dynamics*, 23(4), 49-56.
- Buchner, A. (1999). Komplexes Problemlösen vor dem Hintergrund der Theorie finiter Automaten. *Psychologische Rundschau*, 50(4), 206-212.
- Busse, D. (2012). *Nachhaltigkeitsaspekte in Theorie und Praxis der Entscheidungsfindung*. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). *ACCES Airport and Control Center Simulator*. Verfügbar unter http://www.dlr.de/fl/Portaldata/14/Resources/dokumente/veroeffentlichungen/ACCES_web.pdf [15.09.2015].
- Djaouti, D., Alvarez, J., Jessel, J.-P. & Rampnoux, O. (2011). Origins in Serious Games. In M. Ma, A. Oikonomou & L.C. Jain (2011), *Serious Games and Edutainment Applications*. London: Springer-Verlag.
- Eißfeldt, H. (1991). Automation in ATC: How Does it Affect the Selection of Controllers? In J.A. Wise, V.D. Hopkin & M.L. Smith (Eds.), *Automation and System Issues in Air Traffic Control* (pp 461-465). Berlin: Springer Verlag.
- Endsley, M.R. (1988). Design and evaluation for situation awareness enhancement. In *Proceedings of the Human Factors Society 32nd Annual Meeting* (pp 97-101). Santa Monica, CA: Human Factors Society.

- Eschen, S.C.S. (2013). *Persönlichkeit als Prädiktor für Leistung in hoch automatisierten Mensch-Maschine-Teams der Luftfahrt*. Dissertation, Universität Hamburg, Deutschland.
- EUROCONTROL (2006). *Airport CDM Operational Concept Document*. URL http://www.euro-cdm.org/library/cdm_ocd.pdf [27.03.2015].
- Freese, M., Drees, S. & Meinecke, M. (2015). Between Game and Reality: Using Serious Games to Analyze Complex Interaction Processes in Air Traffic Management. In Japan Association of Simulation & Gaming, *ISAGA/JASAG2015 - the 46th JSAGA conference*, July 17-21, 2015, Kyoto, Japan.
- Freese, M. & Jipp, M. (2014). Zwischen Rational und Emotional – Entscheidungen und deren Einflussgrößen in kooperierenden Teams. In *Proceedings 4. Interdisziplinärer Workshop Kognitive Systeme*, 23.-25. März 2015, Bielefeld, Deutschland.
- Günther, Y., Inard, A., Werther, B., Bonnier, M., Spies, G., Marsden, A., ... Niederstrasser, H. (2006). *Total Airport Management*. Verfügbar unter <http://www.bs.dlr.de/tam/Dokuments/TAM-OCD-public.pdf> [08.09.2014].
- Günther, Y. (2009). FAMOUS - Operationelles Konzept. Verfügbar unter http://elib.dlr.de/69771/1/IB-112-2009-04_FAMOUS-OKD.pdf [15.09.2015].
- Harris, D. & Stanton, N.A. (2010). Aviation as a system of systems: Preface to the special issue of human factors in aviation. *Ergonomics*, 53(2), 145-148.
- Isen, A.M. (1993a). The influence of positive affect on cognitive organization: Some implications for consumer decision-making in response to advertising. In A. Mitchell (Ed.), *Advertising exposure, memory, and choice* (pp 239-258). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Isen, A.M. (1993b). Positive Affect and decision making. In M. Lewis & J. Haviland (Eds.), *Handbook of emotion* (pp 261-277). New York: Guilford.
- Jungermann, H., Pfister, H.-R. & Fischer, K. (1998). *Die Psychologie der Entscheidung: Eine Einführung*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Kiefer, T. (2002). Die Macht positiver und negativer Gefühle in der Arbeitswelt. *Personalführung*, 12, 49-55.
- Kleinginna, P.R. & Kleinginna, A.M. (1981). A categorized list of emotion definitions, with suggestions for a consensual definition. *Motivation and Emotion*, 5, 345-355.
- Meinecke, M. (2011). *Bewertung von Total Airport Management Konzepten mit Hilfe eines Spiel-basierten Ansatzes*. Unveröffentlichte Bachelorarbeit, DLR, Braunschweig.
- Menges, J., Ebersbach, L. & Welling, C. (2008). *Erfolgsfaktor Emotionales Kapital*. Bern: Haupt Verlag.
- Nöllke, M. (2010). *Entscheidungen treffen: Schnell. sicher. Richtig* (5. Auflage). Freiburg: Haufe-Lexware.
- Qudrat-Ullah, H., Davidsen, P. & Spector, J.M. (2007). *Complex Decision Making: Theory and Practice*. Dordrecht: Springer.
- Raymond, M. (2011). *Arbeitsformen der Zukunft - mit Projektarbeit und Mixed Teams zum Erfolg*. München: GBI-Genios Verlag.
- Roberts, E.B. (2001). Benchmarking Global Strategic Management of Technology. *Research-Technology Management*, 44(2), 25-36.
- Sauvé, L., Renaud, L., Kaufman, D. & Marquis, J.S. (2007). Distinguishing between games and simulations: A systematic review. *Educational Technology & Society*, 10(3), 247-256.

- Schmalz, J.S. (2007). *Zwischen Kooperation und Kollaboration, zwischen Hierarchie und Heterarchie. Organisationsprinzipien und -strukturen von Wikis*. Verfügbar unter http://www.soz.uni-frankfurt.de/K.G/B5_2007_Schmalz.pdf [15.09.2015].
- Schulte, A. (2003). Kognitive Assistenzsysteme für Transport- und Militärflugzeuge. *Fortschritt-Berichte VDI*, 12(525), 32-50.
- SESAR Consortium (2007). *The ATM Target Concept - D3* (Rep. No. DLM-0612-001-02-00a). Toulouse.
- SESAR (2012). *European ATM Master Plan* (Edition 2). Verfügbar unter http://ec.europa.eu/transport/modes/air/sesar/doc/2012_10_23_atm_master_plan_ed2oct2012.pdf [08.09.2014].
- Shetty, S. (2008). System of Systems Design for Worldwide Commercial Aircraft Networks. *26th International Congress of the Aeronautical Sciences (ICAS), Anchorage, Alaska (USA), September*.
- Spring, M. (2001). *Emotionen und Kontrollüberzeugungen beim komplexen Problemlösen. Eine experimentelle Untersuchung anhand des computersimulierten Problemlösenszenarios FSYS 2.0*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Ruprecht-Karls Universität Heidelberg, Deutschland.
- Töpfer, S. (2004). *Instanzenbasiertes Lernen: Der Einfluss von Zeitdruck und Persönlichkeitsmerkmalen beim Komplexen Problemlösen mit dem Water-Purification-Plant-Szenario*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, Deutschland.
- Tramm, T. & Rebmann, K. (1997). Handlungsorientiertes Lernen in und an komplexen, dynamischen Modellen - Die Modellierungsperspektive als notwendige Ergänzung des handlungsorientierten Ansatzes in der Wirtschaftsdidaktik. In G. Lübke & B. Riesebieter (Hrsg.), *Zur Theorie und Praxis des SIMBA-Einsatzes in der kaufmännischen Aus- und Weiterbildung* (S. 1-39). Markhausen: Lübke.
- Urban, J.M., Weaver, J.L., Bowers, C.A. & Rhodenizer, L. (1996). Effects of Workload and Structure on Team Processes and Performance: Implications for Complex Team Decision Making. *Human Factors*, 38(2), 300-310.
- Vollmeyer, R. & Funke, J. (1999). Personen- und Aufgabenmerkmale beim komplexen Problemlösen. *Psychologische Rundschau*, 50(4), 213-219.
- Wolf, R. (2013). *Interaktionsprozesse zur Entscheidungsfindung in virtuellen und face-to-face Gruppen*. Verfügbar unter <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0111-opus-80746> [08.07.2014].

Autoren

M. Freese, M.Sc.

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V
Institut für Flugführung
Braunschweig

Dr. M. Jipp

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
Institut für Verkehrssystemtechnik
Braunschweig

Kontakt: Maria.Freese@dlr.de

