

Das Location-Air-Doc-Service System für die Unterstützung medizinischer Zwischenfälle in Flugzeugen

R. Ijioui, V. Gruhn, Leipzig

Kurzfassung

Die individuelle ärztliche Betreuung der Flugpassagiere dort, wo sie sich befinden, ist heute immer noch als Vision anzusehen. Der Passagier im Flugzeug ist bei gesundheitlichen Problemen leider nicht dort, wo medizinische Experten sind [5]. Die Fluggesellschaften hatten in Nofällen keine andere Möglichkeit gehabt, als kostenintensive Landungen [18].

[Metadata, citation an](#)

ver der Universität Leipzig

stellt sich nun die Frage, wie man diese Risikofaktoren reduzieren und effektiv behandeln kann und welche Telematik-Management-Systeme dazu beitragen könnten, dieses Problem zu beheben? Der Beitrag wird eine Lösung vorstellen, deren Ziel es ist, die individuelle ärztliche Betreuung der Fluggäste effektiv zu behandeln.

1. Einleitung

Nach Angaben der Lufthansa [4] kam es im Jahre 2002 zu 1700 medizinischen Zwischenfällen in der Luft. Bei insgesamt ca. 45 Mio. Passagieren wurden folgende Fälle wurden registriert:

- Kreislaufkollaps (900 Fälle)
- Herzbeschwerden (70 Fälle)
- Magen-Darm-Beschwerden (150 Fälle),
- Schmerzzustände (89 Fälle),
- Übelkeit/Erbrechen (52 Fälle) und Allergie (37 Fälle),
- Todesfälle an Bord (6 Fälle)

In 37 Fällen mussten Flugzeuge außerplanmäßig landen. Aus diesem Grund findet der Einsatz heutiger Informations- und Telekommunikationstechniken zur Unterstützung medizinischer Zwischenfälle in der Luftfahrt immer größeren Zuspruch. Die Anbindung von

Flugzeugen an Kommunikationsnetze bietet der Luftfahrt neue Möglichkeiten, den Behandlungsprozess bei einem medizinischen Notfall wirtschaftlich zu optimieren [18]. Zum Beispiel um kostspielige und außerplanmäßige Landungen zu vermeiden. Um eines der Probleme zu verdeutlichen, stellen wir folgendes Szenario [23] vor.

In einem Flugzeug auf dem Weg nach Agadir wird in einer Toilette der Klingelknopf gedrückt. Ein Crew-Mitglied versucht, die Tür von außen zu öffnen. Durch den Türspalt kann der Helfer die zusammengesunkene Gestalt eines Passagiers erkennen, der sich mit seinen Beinen im Türrahmen verkeilt hat. Mit vereinten Kräften holt man den Passagier aus der engen Toilette heraus. Gleichzeitig nimmt eine Kollegin das Mikrofon der Bordsprechanlage von der Wand und informiert die Cockpitbesatzung über den Vorfall. Danach schaltet sie die Anlage auf die Kabinenlautsprecher: "Wenn sich unter den Passagieren ein Arzt befindet, wird er dringend gebeten, sich beim Personal zu melden." Ein ehemaliger Allgemeinmediziner fährt zusammen. Viele Gedanken schießen ihm durch den Kopf: "Ich habe ja ewig keinen Notfall mehr behandelt! Merkt es denn jemand, wenn ich mich nicht melde?" Trotz seiner Bedenken, erhebt er sich zögernd aus seinem Sitz und geht nach vorne.....

Es stellt sich nun die Frage, was passiert, wenn sich unter den Passagieren kein professioneller Helfer befindet? Welche Kombination der heutigen Informations- und Telematik-Dienste könnten dazu beitragen, diese Situation zu entschärfen? In diesem Kontext ist die Raumfahrtmedizin [5], ein wesentlicher Partner bei der Verwirklichung des Konzeptes. In der Raumfahrtmedizin ist es eine Grundanforderung, die Astronauten während ihrer gesundheitsbedrohenden Arbeit aus der Ferne zu betreuen.

2. Verwandte Forschungsarbeiten

Die Erarbeitung von Möglichkeiten und Unterstützung der Luftfahrt durch Telemedizin ist seit einiger Zeit Gegenstand von Forschungsprojekten bei Instituten und ebenso Gegenstand von Software-Entwicklungen bei Unternehmen. Im Folgenden werden relevante Arbeiten aufgezeigt, die sich mit dieser Thematik beschäftigen. In [14] und [8] wird ein Forschungsprojekt des DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) vorgestellt.

Ziel dieses Projektes ist, im Flugzeug während des Fluges die Nutzung jeglicher Endgeräte zu ermöglichen (wie z.B. Mobilfunkgeräte oder ähnliche), die über Funktechnologien kommunizieren. Ein weiteres Forschungsziel ist, wie die Funknetze (im Flugzeug) über Satellit mit den Telekomnetzen am Boden integriert werden können, ohne dabei die sensible

Elektronik des Flugzeugs zu stören. Im Kontext unseres Systems hätten wir so auch die Möglichkeit, neben der Sprach- und Datenübertragung Videokonferenzen durchzuführen. In 3 wird ein System namens TeleAid vorgestellt, das mit dem Navigationssystem GPS zusammenarbeitet. Es sendet ein codiertes Notruf-Telegramm an die Notrufzentrale. Das LAD-System setzt prinzipiell auf diesem Konzept auf, wobei hier der Schwerpunkt auf die Weiterverarbeitung und Benutzung wichtiger Gesundheitsdaten des Passagiers gelegt wird. Eine weitere Veröffentlichung [22] beschreibt ein Forschungsprojekt, dessen Ziel es ist, die notfallmedizinische Versorgung durch die Vernetzung aller medizinischen Dienstleister zu verbessern. Im Unterschied zu den vorgenannten Arbeiten verfolgen wir das Ziel, eine Schnittstelle zwischen der Luftfahrt, Medizin und der Krankenversicherung zu entwickeln, über die die Betreuung der Passagiere vor Ort unterstützt wird.

3. Probleme in der Luftfahrt

Heutige Telekommunikationstechniken, können die Überwachung und Unterstützung komplexer Prozesse in der Luftfahrt (z.B bei einem medizinischen Zwischenfall) optimieren. Die Anforderungen und die Kontrolle der zu bewältigenden Aufgaben unterscheiden sich je nach gegebener Situation. Während in „harmlosen“ Situationen routinemäßige Handlungen im Vordergrund stehen, müssen in medizinischen Notfällen individuelle Maßnahmen zur Versorgung ergriffen werden. Die komplexen Behandlungsprozesse, wie sie in der Luftfahrt zu finden sind, zeichnen sich durch folgende Merkmale aus:

- Die Notfälle, die kontrolliert und behandelt werden müssen, sind teilweise nur schwer, mit den vorhandenen Kenntnissen der Crew zu bewältigen.
- In einer sehr ernsten Situation kann es zu erhöhter Nervosität kommen. Der Eingriff einer Person, die die medizinische Notfallsituation kontrollieren kann, würde die ernste Lage entspannen.
- Medizinische Zwischenfälle in der Luft verursachen hohe finanzielle Kosten. Die Fluggesellschaft ist somit gezwungen, zwischen den konkurrierenden Zielen Profit und Sicherheit zu entscheiden.

Weiterhin haben wir das Problem [15], dass in den regulären Flughöhen GSM, GPRS und UMTS (die einzige anwendbare Möglichkeit, somit Sattelliten) sowie Mobilfunkgeräte außerhalb der Netzreichweite sind. Die Nutzung bestimmter Endgeräte, die nötig sind, um eine Kommunikation zum Bodenpersonal herzustellen, ist durch das 11. Luftverkehrsgesetz bestimmt. Hier heißt es: „Der Betrieb von elektronischen Geräten, die nicht als Luftfahrtgerät

zugelassen sind und Störungen der Bordelektronik verursachen können, ist an Bord von Luftfahrzeugen nicht zulässig".

Jedoch sieht das Luftverkehrsgesetz vor, dass Ausnahmen zugelassen werden können, wenn zum Betrieb von bestimmten Endgeräten ein besonderes Bedürfnis besteht und dies mit dem Schutz des Luftverkehrs vereinbar ist [13]. Die Problembereiche können nun in zwei Kategorien klassifiziert werden (siehe Abbildung 1).

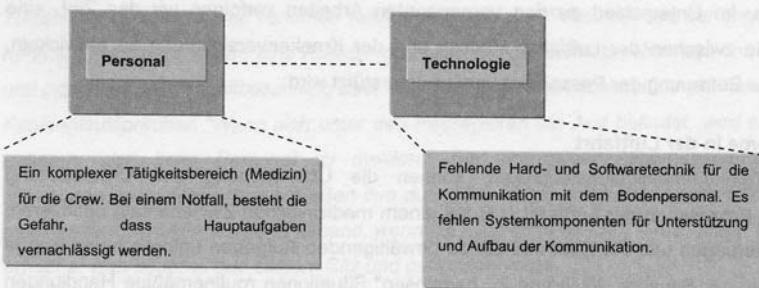


Bild 1: Problembereiche

Der Einsatz der Telematik sollte nicht nur aus technologischen Defiziten heraus motiviert werden, sondern auch aus wirtschaftlicher Sicht [10], z.B durch Steigerung der Produktivität und Sicherheit der Fluggesellschaften (Reduzierung außerplanmäßiger Landungen), sowie die ökologische, Gestaltung und Verbesserung des Flugprozesses.

4. Lösungsansatz

Der folgende Ansatz soll den Blick auf die wichtigsten Konzepte richten, die den nachfolgenden Abschnitten zu Grunde liegen, dort aber wegen zahlreicher Details nicht so präzise erklärt werden bzw. nicht so deutlich zu Tage treten können.

4.1 Grundidee

Das technische Zusammenspiel der Komponenten in unserem Konzept veranschaulicht Abbildung 2. Es werden sowohl die Schnittstellen als auch die Wirkungsmechanismen aufgezeigt. Das System trägt den Namen Location-Air-Doc System (LAD). Bei einem Zwischenfall sendet die Crew die ID des Passagiers an die Bodenzentrale. Mit der ID autorisiert sich die Luftfahrtbehörde gegenüber dem System als Befugter. Die ID wurde vorher von der Krankenkasse dem Passagier ausgehändigt, um das System im Notfall zu

benutzen bzw. benutzen zu lassen. Das System startet mit einer Login-Seite. Dort befindet sich ein Formular mit der Eingabemöglichkeit für die Identifikationsnummer.

Nach der Authentifizierung im System sucht ein mobiler Agent (siehe Punkt 4.3) die gespeicherten Stammdaten des Passagiers (das sog. „Gesundheitsprofil“) aus der Datenbank des Systems. Jeder Zugriff auf die Datenbank erfordert die vorherige Prüfung der Rechte der Autorität des Suchagenten. Der Agent listet alle archivierten Grunddaten des Passagiers auf und sendet diese an die Befugten der Luftfahrtbehörde. Nachdem die Befugten die Daten erhalten haben, senden sie diese Daten an einen Arzt mit entsprechendem Fachwissen. Nach der Analyse der Stammdaten und aus dem Flugzeug stellt der Arzt der Crew die Befunde bereit und setzt sich mit der Crew in Verbindung. Somit hat das Team im Flugzeug sämtliche Informationen vorliegen, um gezieltere Behandlungsmaßnahmen durchzuführen [9], [19]. Zusammengefasst läuft der Prozess wie folgt ab:

1. Kontaktaufnahme (mit der Luftfahrtbehörde (Tower)) und Sendung der ID,
2. Anmeldung (Authentifizierung) an das System,
3. Datenbereitstellung (der Flugsicherung),
4. Weiterleitung der relevanten Daten an einen von der Flugsicherung gewählten Arzt,
5. Analyse der zugesandten Daten aus dem Flugzeug mit dem Gesundheitsprofil
6. Kontaktaufnahme des Arztes mit der Crew (mit Hilfe der Flugsicherung).

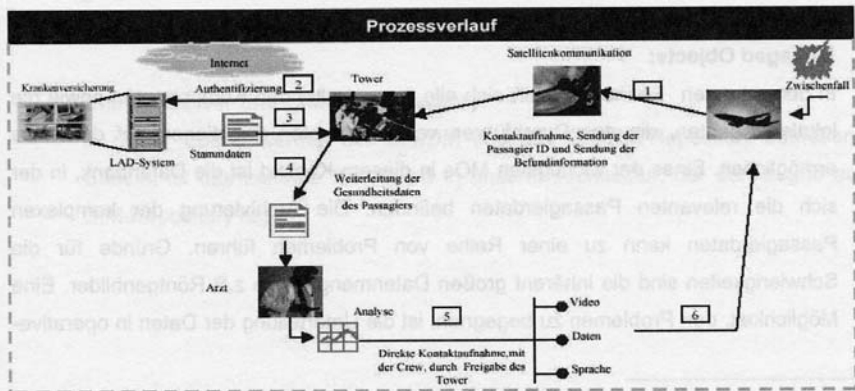


Bild 2: Grundkonzept der Schnittstellen und der Wirkungsmechanismen

4.2 Systemarchitektur und Realisierung

Um eine fehlerfreie Interaktion aller Beteiligten zu gewährleisten, müssen alle Komponenten, die zum LAD-System gehören, fehlerlos funktionieren. Um dies zu gewährleisten, ist ein Management-Konzept in diesem Kontext unumgänglich. Im Folgenden stellen wir ein Management-Schema vor, dessen Ziel es ist, jede intern und extern benutzte Komponente zu verwalten. Da es sich hier um ein verteiltes System handelt, haben wir uns für das WBEM (Web Based Enterprise Management) Verfahren entschieden.

WBEM [6] ist ein Standard (auf Initiative von Firmen wie Cisco, Compaq Computer, Intel und Microsoft entwickelt), mit dem Informationen zentral gesammelt werden können. Der Zugriff auf die Informationen erfolgt über eine spezielle Schnittstelle. Ziel dieses Standards ist Informationen einzusammeln und diese einer Management-Applikation zur Verfügung zu stellen. Aus zahlreichen Details sei zu diesem Zweck auf die entsprechende Literatur verwiesen [1], [16], [20].

Das Herzstück unserer Architektur³ (siehe Abbildung 3) ist der sogenannte CIM Object Manager (CIMOM), der im Wesentlichen unserem Begriff eines verteilten kooperativen Managementsystems entspricht.

Die Speicherung der Daten im CIMOM geschieht im CIM Repository, welches bisher in Form von Dateien realisiert ist. Der CIMOM verbindet die einzelnen Komponenten und regelt neben dem Zugriff auf das sogenannte CIM-Repository auch die Zugriffe auf die Datenbank, in der sich die Passagierdaten befinden. Folgende Komponenten sind in Abbildung 3 aufgeführt:

- **Managed Objects:**

In der untersten Ebene befinden sich alle zu verwaltenden Komponenten sowie die lokalen Agenten, die das Durchführen von bestimmten Funktionen auf den MOs ermöglichen. Eines der wichtigsten MOs in diesem Kontext ist die Datenbank, in der sich die relevanten Passagierdaten befinden. Die Archivierung der komplexen Passagierdaten kann zu einer Reihe von Problemen führen. Gründe für die Schwierigkeiten sind die inhärent großen Datenmengen wie z.B. Röntgenbilder. Eine Möglichkeit, den Problemen zu begegnen, ist die Unterteilung der Daten in operative-

³ Die Grundidee des Systems entstand während der Projektgruppen-Tätigkeit „Management von Enterprise Java-basierten eCommerce-Systemen“, an der Universität Dortmund, 2002

(hohe Aktualität und intensive Verarbeitung) und nichtoperative-Daten (selten zugegriffene Daten). Ziel dieser Unterteilung ist die Entlastung der Datenbank [Scha01]. Die linke Graphik in Abbildung 3 veranschaulicht die Entlastung.

- **Proxies:**

In der nächsthöheren Ebene befinden sich alle sog. Proxies, die feste Kapselungen der Ressourcen auf einem Rechner darstellen. In diesem Fall übernehmen die Proxies die Aufgabe eines Vermittlers. Mit einem Proxy ist es möglich, auf allen Ebenen der Interaktion bzw. Kommunikation den Datenfluss zu filtern und zu beeinflussen.

- **Agenten:**

In der dritten Ebene stand insbesondere die Entwicklung der Agenten im Vordergrund, die zum Steuern der Komponenten verwendet werden. Agenten sind nachrichtenverarbeitende Komponenten, die in der Lage sein müssen, Daten entgegenzunehmen, diese zu verarbeiten und eigene Nachrichten zu generieren [11]. Es kann allerdings nicht auf alle Aspekte der Entwicklung eingegangen werden. Zu diesem Zweck sei auf die entsprechende Literatur [12], [17] verwiesen. In unserem System haben die Agenten die Aufgabe, zwischen den Komponenten zu vermitteln und Daten aus bestimmten MOs herauszulesen.

Weiterhin haben sie auch die Aufgabe, nach der Authentifizierung im System die gespeicherten Daten des Passagiers auszulesen und diese dann dem Befugten bereitzustellen.

- **CIMOM-Server und CIMOM-Repository:**

In dieser Ebene werden der CIMOM und das CIMOM-Repository betrieben. Der CIMOM ist das zentrale Bindeglied in unserer Architektur, der den Zugriff auf das CIM-Repository regelt.

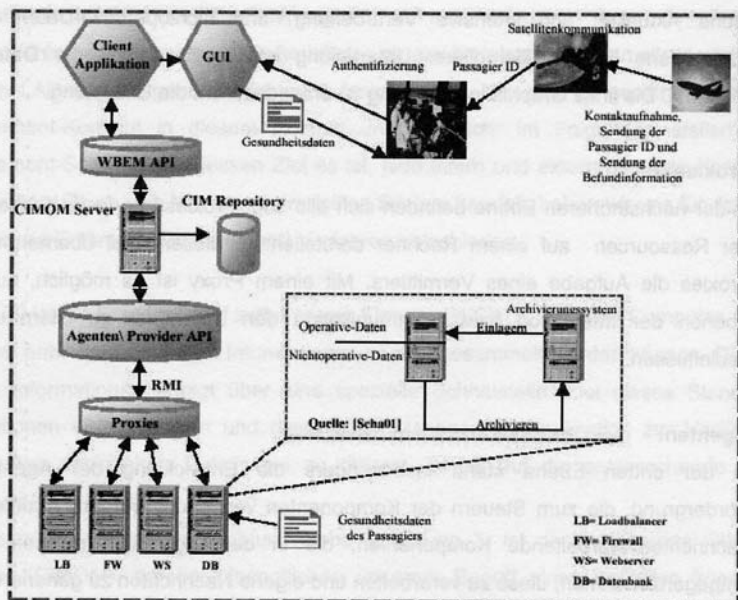


Bild 3: LAD-Architektur

- **Client-Applikation:**

Dort befindet sich die Management-Konsole, dessen Ziel es ist, die gesamte Logik der Applikation zu überwachen.

5. Anforderungen an das Management-System

Es ist wichtig, dass das System nicht nur die versprochene Leistungsfähigkeit besitzt, sondern auch zuverlässig und fehlerfrei arbeitet. Eine wichtige Voraussetzung zur Beherrschung der Komplexität des Systems ist die Verfügbarkeit. Dazu müssen fest definierte Leistungsvereinbarungen (Service Level Agreements) zwischen der Luftfahrtbehörde, dem Passagier und der Krankenkasse aufgestellt werden [2]. Falls das System bei einem medizinischen Notfall ausfällt, der Arzt nicht ferndiagnostizieren kann und der Passagier dadurch lebenslange Gesundheitsschäden davon trägt, kann es zu rechtlichen Verfahren kommen, bei denen sich der Servicegeber verantworten muss. Deswegen sind fest definierte Rechte und Pflichten für beide Parteien von Vorteil. Die wichtigsten Anforderungen [7] für das LAD-System sind:

- **Verfügbarkeit:** maximale Ausfallzeit im Worst-Case
- **Antwortzeit:** durchschnittliche Antwortzeit pro Anfrage
- **Konsistenzüberprüfung:** Ständiges Überprüfen der Datenkonsistenz.

Die Erfüllung der Anforderungen an das System muss also eindeutig messbar und überprüfbar sein. Wie diese Anforderungen zu messen sind und welche Konsequenzen ein Verfehlen der angestrebten Service Levels hat, ist in den Service Level Agreements zu vereinbaren.

6. Schlussbemerkung

In diesem Beitrag wurden einige Probleme diskutiert, die sich in der Luftfahrt im Notfall ergeben, und dargestellt, wie die Versorgung und Behandlung der Passagiere in einer Notfallsituation verbessert werden kann. Die Fluggesellschaften haben in Notfällen u.U. keine andere Möglichkeit, als kostenintensive Landungen. Aus diesem Grund suchen die Airlines nach Lösungen, solche Notfälle effektiver zu behandeln und somit die teuren Notlandungen unter Umständen vermeiden zu können. In diesem Beitrag wurde ein Konzept vorgestellt, dessen Ziel es ist, die ärztliche Betreuung der Flugpassagiere aus der Ferne zu ermöglichen. Die vorgestellte Lösung ist ausbaufähig und setzt vom Funktionsumfang da an, wo vorhandene Notfalllösungen aufhören. Um diese Lösung in Zukunft einzusetzen, wäre es nötig, spezielle Steuerungsmechanismen (z.B die Agenten) zu erweitern. Sicher ist, dass sich die Forschungsarbeiten im Umfeld der Luftfahrttechnik noch nicht in einem gefestigten Stadium befinden. Es existieren eine Reihe vielversprechender Ideen, die auf die Verwirklichung der angestrebten Konzepte hoffen lassen.

Literaturreferenzen

- [1] Achter S.: DCE-gerechte Strukturierung eines großen Workstationverbundes bei der BMW AG, Diplomarbeit an der Universität München, Mai 1995
- [2] Bernhard M. G., Lewandowski W.: Service Level Management in der IT, Symposion Verlag, September 2001
- [3] Daimler Chrysler: TeleAid-The Emergency-Call that Automatically Calls for Help, Research & technology, <http://www.mercedes-benz.com/e/innovation/rd/teleaid.htm>, Technical Description, 2002

- [4] Gerlof .H: Telemedizin im Flugzeug könnte das Reisen sicherer machen, *Ärzte-Journal*, <http://aerztezeitung.de/docs/2003/03/19/052a2301.asp> , 2003
- [5] Gerzer, R.: Raumfahrtmedizin-Aufgaben und Ergebnisse. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrttechnik e.V., Forschungs- und Statusbericht, www.me.kp.dlr.de/status/status.htm, 2001
- [6] Hegering H. G, Abeck S., Neumair B.: Integriertes Management vernetzter Systeme. dPunkt Verlag, 1999
- [7] Heß M., Krause G., Nube A., Zimmermann M.: Ein generisches Managementsystem für verteilte Anwendungen. GI/ITG Fachgruppe: „Kommunikation und verteilte Systeme“, Tagungsband, Universität Dortmund, Krehl Verlag Münster, 1995
- [8] Jahn A., Holzbock M., Werner M.: Dimensioning of aeronautical satellite services, Institute of Communications and Navigation, German Aerospace Center (DLR), 53th Int. Astronautical Congress, 2002
- [9] Kahmann M.: Mobile Business- Neue Wege zum mobilen Kunden. Symposion Verlag, November 2001
- [10] Köves Z.: Beurteilung von Produktivitätspotentialen und Qualitätsaspekte beim Einsatz von Telematik-Systemen, Dissertation an der Universität-Dresden, 1999
- [11] Köhler M., Moldt D., Rölke M.: Einheitliche Modellierung von Agenten und Agentensystemen mit Referenznetzen, Proceedings der Verbundtagung VertIS, GI-Fachgruppe Universität Bamberg, 2001
- [12] Kühnel R.: Agentenbasierte Softwareentwicklung. Addison-Wesley-Verlag, 2001
- [13] Müller K.: Nutzung elektronischer Geräte an Bord von Luftfahrzeugen, Forschungsbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehrswesen, Forschungsbericht FE Nr. L-5/98-50173/98, März 2002
- [14] Riera N., Holzbock M.: Aircraft cabin propagation for multimedia communication, Institute of Communications and Navigation, German Aerospace Center (DLR), 5th European Workshop on Mobile/Personal Communications, Baveno/Stresa, 2002
- [15] Redemann U. E.: Mobile Telemedizin auf Satelliten- und Bluetooth-Basis, Symposion Verlag, 2001
- [16] Rodosek D.: The Next Step in Management Tools. In Proceedings of the 11th Annual IFIP/IEEE International Workshop on Distributed Systems: Operations &

- Management (DSOM 2000), Proceedings (Lecture Notes in Computer Science Vol. 1162), Springer Verlag, Dezember 2000
- [17] Reiser H.: Sicherheitsarchitektur für ein Managementsystem auf der Basis Mobiler Agenten. Dissertation an der Universität München. Dezember 2001
- [18] Siedenburg J.: Notfälle auf Langstreckenflügen, Statusbericht, Medizinischer Dienst der Lufthansa, Frankfurt, Der Internist 43 (12): 1518-1528, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002
- [19] Strobel W.: Security Schnittstelle für das Gesundheitswesen. Statusbericht der AOK Bundesverband-Datenschutz, http://www.vdak.de/richtlinien-da/secon_24_07_01.pdf, Juli 2001
- [20] Süß B., Kacalek M.: Prototypischer Einsatz von WBEM für das Management von Windows NT. Forschungsbericht, Universität München, 1998
- [21] Schaarschmidt R.: Archivierung in Datenbanksystemen - Konzepte und Sprachen. Teubner-Verlag, Juli 2001
- [22] Zehetmair H.: Telemedizin- Neue Technologien im Dienste von Krankenversorgung, Forschung und Lehre. Forschungsbericht der Arbeitsgruppe zum Informationsaustausch der bayerischen Universitätsklinik zur Telemedizin, Dezember 2001
- [23] Graf. S.: Medizinische Notfall Situation. Bericht der Arbeitsgruppe am Institut für angewandte Notfallmedizin, <http://www.medifan.com>, 2002