

Drahtlose Kommunikation in der Flugzeugkabine für effiziente Arbeitsabläufe und Passagierdienstleistungen

Ralf God¹, Hartmut Hintze²

*¹Institut für Flugzeug-Kabinensysteme,
Technische Universität Hamburg-Harburg,
Neßpriel 5, D-21129 Hamburg
ralf.god@tu-harburg.de*

*²Hamburger Logistik Institut GmbH,
RFID Laboratory,
Bredowstraße 20, D-22113 Hamburg
hintze@hli-consulting.de*

1 Einleitung

Die Flugzeugkabine ist das Aushängeschild für jede Fluggesellschaft und stellt mit ihrer Ausrüstung und Technik das zentrale Element bei einer Flugreise dar. Im stetigen Wettbewerb um den Kunden muss die Fluggesellschaft in der Kabine während der primären Transportdienstleistungsaufgabe auch alle anderen Anforderungen und Wünsche des Fluggastes erfüllen. Diese Servicebemühungen müssen mit effizienten Arbeitsabläufen verbunden sein und möglichst von moderner Technik unterstützt werden. Die Integration von Ad-Hoc-Funknetzwerken könnte zukünftig in Verbindung mit Smart Cards, Radio Frequenz Identifikation (RFID) und Nahfeldkommunikation (NFC) zur Erfüllung solcher Anforderungen in der Kabine beitragen.

Wenn man eine Anforderungsanalyse für den Einsatz drahtloser Kommunikationsarchitektur in der Flugzeugkabine durchführt, so kann man diese als geschlossenes System mit den drei Interessengruppen Flugzeughersteller, Fluggesellschaft und Passagier betrachten. Dabei stellt man fest, dass sich Ausgangslage und Anforderungen dieser drei Gruppen hinsichtlich des Einsatzes von Funktechnologie im Flugzeug voneinander unterscheiden:

- Der *Flugzeughersteller* muss die kundenspezifische Kabineninstallation und deren Rekonfigurationsmöglichkeit im Betrieb vereinfachen. Prozesse zum Unterhalt und zur Wartung der Kabine müssen effizient gestaltet werden. Eine Steigerung der Netzwerkleistung in der Kabine soll bei gleichzeitiger Einsparung von Kabelgewicht erreicht werden. Eine besondere Herausforderung stellt dabei die geforderte hohe Netzwerk- und Informationssicherheit dar.

- Die *Fluggesellschaft* muss die Arbeitsabläufe und logistischen Prozesse in der Kabine verbessern. Durch erweiterte und automatisierte Kommunikations- und Informationsprozesse soll die Arbeitsbelastung der Kabinenbesatzung begrenzt und mögliche Fehlerquellen sollen reduziert werden. Weiterhin ist es für die Fluggesellschaft extrem wichtig, die Service-Interaktion mit dem einzelnen Passagier während der Flugreise und das Kundenbeziehungsmanagement kontinuierlich zu verbessern. Ziel ist es dabei, die Kundenbindung nachhaltig zu stärken und weiteren Umsatz durch zusätzlich erbrachte Dienstleistungen zu generieren.

- Der *Passagier* möchte an Bord Kommunikations-, Informations- und Unterhaltungsdienstleistungen zu angemessenen Kosten nutzen. Dabei erwartet er für seine tragbaren elektronischen Geräte (PEDs, Portable Electronic Devices) ein ähnlich leistungsfähiges Angebot wie er dieses vom Flughafen her kennt, und welches sich in der Kabine nahtlos fortsetzt. Dabei macht sich der reisende Passagier meist keine Gedanken darüber, dass im Flugzeug sehr strenge Anforderungen an die Netzwerk- und Informationssicherheit gestellt werden.

In der Praxis basieren erfolgreiche Innovationen sehr häufig auf einer Kombination aus aktuellen Marktanforderungen und einer Lösungspolitik, die sich an verfügbaren Technologien orientiert. Kontaktlose Smart-Card-Technologie, RFID und NFC sind solche Technologien, die bei Anwendungen am Boden bereits erprobt und verbreitet sind. Durch Integration in die Kabine würde eine von Passagieren und Fluggesellschaften geforderte, nahtlose Anschlussfähigkeit zu den am Boden vorhandenen Infrastrukturen erreicht werden. Für eine weiterreichende Nutzenbetrachtung ist es entscheidend, dass eine solche Lösung in der Kabine als ganzheitliche Plattform für alle Interessengruppen verstanden wird. Besonders lohnend erscheint der Ansatz, die kontaktlosen Smart-Card-, RFID- und NFC-Schnittstellen in der Kabine an ein selbstkonfigurierendes Funknetzwerk zu koppeln, welches als Backbone fungiert. Auf diese Weise ergeben sich auch für den Flugzeughersteller Vorteile, wie z. B. ein verringerter Installationsaufwand, eine bessere Skalierbarkeit und eine hohe Flexibilität.

Nach der kurzen Einführung in ein drahtloses Kabinennetzwerk und der Vorstellung des Domänenmodells für ein Flugzeugnetzwerk, konzentriert sich dieser Artikel auf kontaktlose Kabinenschnittstellen für Personen und Gegenstände. Es wird ausgeführt, wie sich Smart-Card-, RFID- und NFC-Technologie innerhalb der Kommunikationsarchitektur der Kabine als hilfreiche Subdomain einsetzen lässt. Dazu wird ein Kabinenszenario vorgestellt, bei dem der Einsatz dieser Technologien eine Effizienzsteigerung bei Arbeitsabläufen und eine Verbesserung des Dienstleistungsangebots ermöglicht.

2 Drahtlose Kommunikation in der Flugzeugkabine

2.1 Kabinennetzwerk und Domänenmodell

Heutzutage ist ein Kabinennetzwerk standardmäßig fest verdrahtet. Jedoch wurden für den Passagier bereits drahtlose Schnittstellen für Laptops auf Basis von WLAN und für Mobiltelefone auf Basis von GSM/UMTS entwickelt und zugelassen (Jahn und Waldenmaier 2003, S. 14-17; Sivanthi et al. 2009, S. 383-392; Miguélez 2007, S. 1-16). Mit Blick auf die wichtige Gewichtseinsparung, Flexibilität und Skalierbarkeit gibt es beim Kabinennetzwerk auch Anstrengungen, drahtlose Technologie für die Datenübertragung beim In-Flight-Entertainment (Torres und Killat 2009, S. 337-346) und beim Kabinenmanagement (Berkhahn et al. 2009, S. 267-276; Fischer et al. 2009, S. 277-286) zu etablieren.

Für die Kabine könnte eine solche Backbone-Architektur im Idealfall als selbstkonfigurierendes drahtloses Netzwerk mit kurzer Reichweite der Netzwerkknoten ausgeführt sein, die mit geringer Sendeleistung und hoher Bandbreite arbeiten. Die Installationsorte der einzelnen Knoten sind in Bezug auf die Sitzinstallation gut festlegbar und nur in engen Grenzen variabel. Der Selbstkonfigurationsaspekt mit redundanten Netzwerkpfeilen unterstützt dabei die Zuverlässigkeit des Netzes und reduziert den Konfigurations- und Administrationsaufwand. Insbesondere Passagierservices könnten über ein solches Netzwerk künftig ganz indivi-

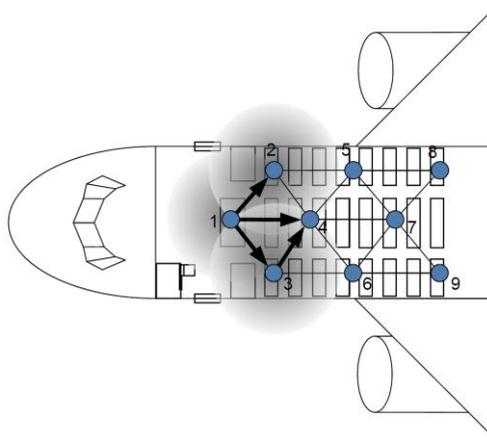


Abbildung 1: Schematische Darstellung eines Funknetzwerkes in der Kabine mit Netzwerkknoten an den Passagiersitzen.

duell am Passagiersitz angeboten werden. Abbildung 1 zeigt, wie dies grundsätzlich in der Flugzeugkabine gestaltet sein könnte. Auf die mit solchen Funknetzen verbundenen Zulassungsvorschriften und Zertifizierungsaspekte soll in diesem Artikel jedoch nicht weiter eingegangen werden.

Das Domänenmodell eines Flugzeugnetzwerks setzt sich, wie in Abbildung 2 gezeigt, aus vier Domänen zusammen. Die Aircraft Control Domain (ACD) ist dabei die besonders kritische und beherbergt alle flugrelevanten und eingebetteten Steuerungsfunktionen. In der ACD sind auch die für den Kabinenbetrieb grundlegenden Sicherheitsfunktionen mit ihren jeweiligen Subdomains angesiedelt. Die Airline Information Services Domain (AISD) enthält unter anderem die für den allgemeinen Kabinenbetrieb erforderlichen, jedoch nicht sicherheitskritischen Bedien- und Wartungsfunktionen. Damit beherbergt die AISD weniger kritische Dienste als die zuvor beschriebene ACD. Das niedrigste Kritikalitätsniveau haben die Passenger Information and Entertainment Services Domain (PIESD) und die Passenger Owned Devices Domain (PODD). Diese beiden Domains unterstützen die Informations- und Unterhaltungsfunktionen für den Passagier und bieten die Schnittstellen für Notebooks und Mobiltelefone an. Alle Kabinenfunktionen und Dienste, die innerhalb dieses Artikels beschrieben werden, sind der AISD und PIESD zugeordnet und grenzen teilweise auch an die PODD an.

Aircraft Control Domain ACD	Airline Information Services Domain AISD	Passenger Information & Entertainment Services Domain PIESD	Passenger-Owned Devices Domain PODD
Flight & Embedded Control Functions	Administrative Functions	Embedded IFE Functions	Usage of Passenger Notebooks
Cabin Core Functions	Cabin Operation	Passenger Device Interface	Connection of Passenger Mobile Phones
	Flight Support	Flight Support	
	Cabin Maintenance	Onboard Passenger Web	
Control of the Aircraft	Operations of the Airline	Entertain the Passenger	

Abbildung 2: Domänenmodell des Flugzeugnetzwerkes mit zugeordneten Funktionen und Diensten.

2.2 Neuartige Schnittstellen in der Flugzeugkabine

In der Flugzeugkabine lassen sich Dienstleistungen und logistische Prozesse noch weiter verbessern, wenn künftig automatisierte Verfahren zur Identifikation von Gegenständen und zur Authentifizierung von Personen eingesetzt werden können (Rückwald und Kraus 2009; Glahn 2009, S. 287-291). Bezüglich der Smart-Card-, RFID- und NFC-Technologie bestehen sehr gute Aussichten, dass diese in Kombination wichtige Anforderungen aller Interessensgruppen in der Kabine erfüllen. Wenn eine solche Plattformlösung künftig auch Sensorfunktionalitäten und biometrische Identifikationsverfahren mit einbezieht, dann lässt sich diese in der Flugzeugkabine als universelle Schnittstellenarchitektur für Messwertaufnahmen, Auto-ID-Anwendungen für Personen und Gegenstände sowie auch als Service-schnittstelle zum Passagier einsetzen. Dabei ist erwähnenswert, dass entsprechende Schnittstellen am Boden bereits gut etabliert sind. Die jeweiligen Standards sind definiert und weltweit verbreitet, so dass die Einführung und Nutzung dieser Plattform in der Flugzeugkabine einen konsequenten Fortschritt darstellt.

Bevor mögliche Einsatzszenarien in der Kabine vorgestellt werden, folgt hier ein kurzer Abriss zum Einsatz von RFID, Smart Cards und NFC in der zivilen Luftfahrt mit einer Erläuterung zum Status der jeweils anwendbaren Zulassungsempfehlungen.

Radio Frequenz Identifikation (RFID)

Einsatzmöglichkeiten von RFID-Transpondern im Lufttransportsystem sind inzwischen vielfältig untersucht. An früher Stelle bekannt geworden ist der von der IATA (International Air Transport Association) empfohlene Einsatz von RFID-Etiketten als Gepäckanhänger (Price und Bondarencu 2007, S. 1-72) zur Verbesserung der Gepäckabfertigung an Flughäfen. Jedoch gibt es auch Anstrengungen, RFID-Technologie direkt im Flugzeug zu nutzen. Diskutierte Anwendungsgebiete sind dabei vor allem die Kennzeichnung der Flugzeugausrüstung und der Kabinenausstattung inklusive der Catering-Trolleys und der Frachtcontainer.

Inzwischen beschreibt ein Advisory Circular der Federal Aviation Administration (FAA AC 20-162 2008, S. 1-8), was beim Einsatz und Betrieb von RFID-Systemen an Bord eines Flugzeugs beachtet werden soll. Es wird darin nicht auf die unterschiedlichen Frequenzbereiche von RFID-Systemen eingegangen. Es erfolgt lediglich eine Einteilung in passive, semi-passive und aktive RFID-Systeme und die entsprechenden Lesegeräte, welche fest installiert oder tragbar ausgeführt sein können. Für den Nachweis, dass alle Voraussetzungen für den Einsatz und Betrieb im Flugzeug erfüllt sind, werden annehmbare Nachweisverfahren (sog. Acceptable Means of Compliance) angeführt, welche sich nach den bekannten Leitlinien für die Entwicklung und Zulassung software- (RTCA/DO-178B 1992, S. 1-85) und hardwarebasierter Flugzeugsysteme (RTCA/DO-254 2000, S. 1-85) richten. Bei der Ausgestaltung der Vorgehensvorschriften und der Überprüfung

der Zulassungsbedingungen ist vor allem im funktechnischen Bereich künftig noch weitere Arbeit zu leisten. Grundsätzlich aber gilt, dass durch das Anbringen passiver Transponder die Vorgaben der FAA bzw. EASA¹ für Funksysteme an Bord eines Flugzeugs nicht berührt werden. Entsprechend werden für passive Systeme keine Labortests gefordert, wie dies bei den aktiven oder semi-passiven RFID-Systemen bzw. bei den Lesegeräten allerdings der Fall ist. Dort sind Tests nach RTCA/DO-160 (2007) und nach RTCA/DO-294C (2008) durchzuführen. Weiterhin müssen sich für einen störungsfreien Einsatz in der Flugzeugkabine die Frequenzen der eingesetzten RFID-Systeme von den in der Luftfahrt genutzten Frequenzbändern unterscheiden. Die gebräuchlichen RFID-Frequenzen von 13,56 MHz, 860...960 MHz und 2,45 GHz erfüllen diese Bedingungen.

Smart-Card-Technologie

Kontaktlose Smart-Card-Technologie diene als Vorbild für RFID-Systeme, welche im 13,56 MHz-Bereich arbeiten. Dennoch existieren derzeit für kontaktlose Smart-Card-Systeme, die aus einem Lesegerät und einer Plastikkarte mit integrierter Antenne und Mikrochip bestehen, seitens der Zulassungsbehörden FAA und EASA noch keine genauen Empfehlungen, wie deren Einsatztauglichkeit in der Flugzeugkabine nachgewiesen werden kann. Beim Vorgehen für die Zulassung gibt es aufgrund der Systemäquivalenz keine Abweichungen von den für andere RFID-Systeme gültigen Vorschriften und Bestimmungen. Ob und unter welchen Bedingungen solche kontaktlosen Systeme an Bord eines Flugzeugs einsetzbar sind, müssen künftige Untersuchungen und Arbeiten zeigen.

Smart-Card-Anwendungen mit kontaktloser Schnittstelle sind in der Flugzeugkabine besonders interessant, weil diese dort für sichere Authentifizierungsverfahren eingesetzt werden können. Entsprechende Chipkarten bestehen aus Kartenspeicher und einem frei programmierbaren Mikroprozessorteil. Der Funktionsumfang und die Kosten solcher Karten werden nur durch die Speichergröße und Mikroprozessorleistung bestimmt. Auf dem Mikroprozessorteil können Kryptographie-Algorithmen genutzt werden. Vor kurzem sind im Rahmen der Einführung elektronischer Reisedokumente biometrische Schlüssel eingeführt worden, die anstelle von alphanumerischen Kennwörtern Verwendung finden. Anders als bei einem geheimen Kennwort, welches einer authentifizierungsberechtigten Person bekannt sein muss, wird im Falle der biometrischen Identifikation eine biometrische Eigenschaft der Person selbst als Schlüssel verwendet. Dadurch kann eine direkte Verbindung zwischen der Person und einer in der Flugzeugkabine erlaubten Rolle hergestellt werden. Solche Verfahren werden in der Luftfahrt und in der Flugzeugkabine künftig an Bedeutung gewinnen.

¹ Die Federal Aviation Administration (FAA; d.h. die Bundesluftfahrtbehörde der USA) und die Europäische Agentur für Flugsicherheit (EASA) erstellen Spezifikationen und Vorgaben für die Zulassung von Systemen.

Chipkartenstandards sind heutzutage weltweit verbreitet. Für den kürzlich eingeführten elektronischen Reisepass (e-Pass, biometrischer Pass) wurden diese Standards durch die International Civil Aviation Organization sinnvoller Weise mitbestimmt (ICAO Doc 9303 Part III 2008, S. 1-56).

Nahfeldkommunikation (NFC)

NFC ist eine Erweiterung des für kontaktlose Chipkarten gültigen ISO/IEC 14443-Standards. Kontaktlose Chipkarten- und Readerfunktion sind auf einem einzigen Gerät kombiniert. Erwartungsgemäß wurde NFC-Funktionalität erstmals auf tragbaren elektronischen Geräten mit eigener Stromversorgung, wie z. B. den Mobiltelefonen, integriert.

Ein NFC-Gerät kann in drei Betriebsarten kommunizieren. Es kann eine oder mehrere Smart Cards emulieren, andere Smart Cards oder RFID-Transponder lesen bzw. beschreiben oder im sog. Peer-to-Peer-Modus bidirektional mit einem anderen NFC-Gerät kommunizieren. Bei der Chipkartenemulation fungiert das Gerät als Smart Card. Im Schreib-/Lesemodus ist es einem RFID-Lesegerät vergleichbar, und im Peer-to-Peer-Modus sind Bedingungen wie bei einem aktiven RFID-Transponder bzw. einem RFID-Lesegerät gegeben. Entsprechend müssen für die Einführung der NFC-Technologie in der Flugzeugkabine ebenfalls die Leitlinien des Advisory Circular AC 20-162 der FAA und die Vorschriften RTCA/DO-160 (2007) und RTCA/DO-294C (2008) beachtet werden. Leider wird jedoch dort im Fall der NFC-Geräte mit einer Arbeitsfrequenz von 13,56 MHz nicht konkret auf anwendbare Verfahren für die Einhaltung der Zulassungskriterien eingegangen. Für die Nutzungsmöglichkeit in der Flugzeugkabine sind daher auch an dieser Stelle noch weitere Arbeiten und Untersuchungen nötig.

Zurzeit sind NFC-Geräte noch nicht so weit verbreitet wie Smart-Card- oder RFID-Systeme. Jedoch ist aufgrund der Nutzung von RFID- und Chipkartenstandards damit zu rechnen, dass NFC eine nützliche Erweiterung dieser Technologien sein wird.

3 Ein Szenario in der Flugzeugkabine

Die Flugzeugkabine ist der Arbeitsplatz für die Kabinenbesatzung. Der Passagier erlebt die Kabine auf seiner Flugreise als das zentrale Serviceelement. Der Flugzeughersteller ist für deren Entwurf und deren Einbau verantwortlich. Dabei sind sowohl Service- und Komfortaspekte, als auch betriebsrelevante Sicherheitsaspekte zu berücksichtigen. Zur Aufrechterhaltung der Lufttüchtigkeit müssen die für die Kabinensicherheit wichtigen Funktionen und Geräte innerhalb eines zugelassenen Wartungsprogramms kontinuierlich überprüft und gewartet werden. Zu jeder Zeit, und damit auch in Notsituationen, muss ein zuverlässiger und sicherer Betrieb der Kabine gegeben sein.

Der wichtige Wettbewerbsfaktor Flugzeugkabine besitzt im Hinblick auf Arbeitsabläufe und Dienstleistungsangebot auch heute noch Verbesserungspotenzial. Dabei sind im Wesentlichen drei wichtige Bereiche zu betrachten: die zuverlässige und sichere Bedienung der Kabine, Dienstleistungen und Komfort für den Passagier und schließlich die Kabinenwartung und -instandhaltung (vgl. Abbildung 3).

In den folgenden Abschnitten sollen Verbesserungsmöglichkeiten für bestehende Arbeitsabläufe und neuartige Dienstleistungsmöglichkeiten auf Basis einer solchen Technologieplattform vorgestellt werden.

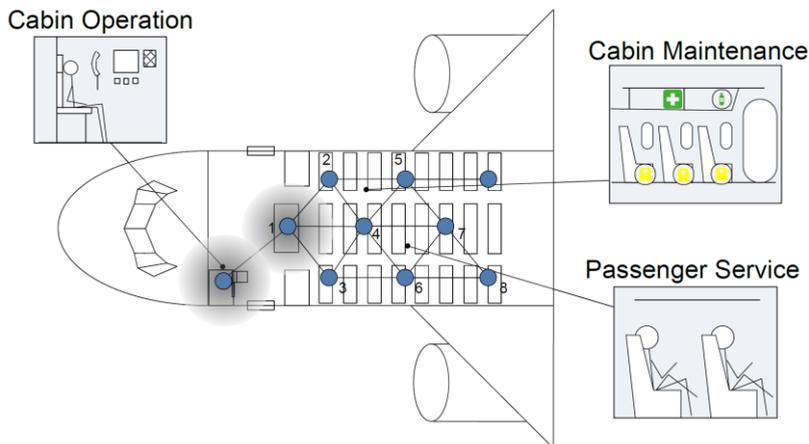


Abbildung 3: Arbeitsabläufe wie z. B. Betrieb der Kabine, Instandhaltung und Wartung sowie Servicedienstleistungen für den Passagier durch Smart-Card-, RFID- und NFC-Technologie unterstützt und verbessert werden.

3.1 Der Arbeitsplatz der Kabinenbesatzung

Häufig kennt der Passagier die Kabinenbesatzung in ihrer Servicerolle von den während eines Fluges angebotenen Dienstleistungen. Dabei ist zu bemerken, dass der jederzeit sichere Betrieb der Kabine absoluten Vorrang vor diesen Serviceleistungen hat. Im Lufttransportsystem werden hier deutlich höhere Anforderungen an die Sicherheit gestellt, als dies bei anderen Massentransportsystemen der Fall ist. Viele der Arbeitsabläufe in der Flugzeugkabine sind daher exakt vorgeschrieben und durch die Behörden reguliert.

Die Arbeitsstationen der Flugbegleiter stellen eine wichtige Schnittstelle zu Funktionen des Flugzeugs und den Kabinensystemen dar. Zugänglich sind diese Funktionen hauptsächlich über das sog. Flight Attendant Panel (FAP) und das Cabin Interphone System. Diese Elemente werden genutzt, um im Flugzeug zu kommunizieren, die Kabine zu überwachen und zu steuern und um verschiedene Abläufe und Konfigurationen zu parametrieren (vgl. Abbildung 4). In der gesam-

ten Kabine sind mehrere dieser Flugbegleiterstationen verteilt, damit eine flächen-deckende Bedienung von verschiedenen Positionen aus gewährleistet ist.

Aufgrund der Kritikalität dieser Schnittstelle zur ACD muss diese gegen unbe-
fugten Gebrauch besonders abgesichert sein. In diesem Bereich müssen daher
auch strengere Forderungen der Zulassungsbehörden behandelt werden. Zukünftig
ist es denkbar, dass ein kontaktloses Lesegerät im FAP in Verbindung mit einer
Chipkarte oder einem NFC-Gerät dazu genutzt wird, den Autorisierungsprozess
zu unterstützen und zu verbessern. Insbesondere durch den Einsatz biometrischer
Identifikationsverfahren wäre eine sichere Identifizierung eines autorisierten Be-
dieners möglich. Über biometrische Schlüssel lassen sich den einzelnen Bedienern
unterschiedliche Benutzerrollen sicher zuordnen.

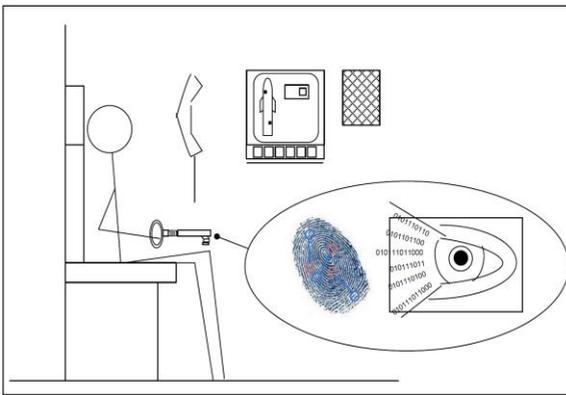


Abbildung 4: Bedienfunktionen für die Kabine wie z. B. Kommunikation, Überwachung, Steuerung und Parametrierung werden über das Flight Attendant Panel (FAP) und das Cabin Interphone System ausgeführt. Bei künftig erweiterter Funktionalität und der Vernetzung von Domänen muss dieser Arbeitsbereich erhöhten Sicherheitsanforderungen gerecht werden.

An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass die Nutzung von biometrischen Merkmalen nicht von jedermann eingefordert werden kann. Im Einflussbereich des Passagiers lassen sich solche Verfahren nur einsetzen, wenn diese freiwillig akzeptiert werden. Dabei sollte bedacht werden, dass biometrische Identifikationsverfahren dazu beitragen können, Prozesse, in welche Personen eingebunden sind, sicherer und automatisiert zu gestalten. Für den Passagier lassen sich damit bargeldlose Zahlungsverfahren, Ticketing- und Check-in-Prozesse sowie das elektronische Boarding auf hohem Sicherheitsniveau automatisieren. Für andere Personengruppen, z. B. der Flugzeugbesatzung oder dem Flughafenpersonal, sind besondere ID-Dokumente zur Authentifizierung grundsätzlich vorgeschrieben. Bei diesen Gruppen können neuartige, biometrische ID-Dokumente zu einer Vereinfachung der Arbeitsprozesse auf konstant hohem Sicherheitsniveau führen.

3.2 Dienstleistungen und Services für den Passagier

Ein weiterer Einsatzort der in Abschnitt 2.2 beschriebenen Technologieplattform befindet sich direkt am Passagiersitz. Dieser ist besonders wichtig und erlaubt an dieser Passagierschnittstelle den individuellen Einsatz von Smart Cards und NFC-Geräten. Während Chipkarten dort eher einen konservativen Anwendungsfall repräsentieren, stellt der Gebrauch von NFC-Geräten einen deutlich fortschrittlicheren Fall dar. Im Gegensatz zur rein passiven Kommunikation der Chipkarte können PEDs mit NFC-Funktion aktiv und bidirektional kommunizieren.

Das Einlösen von Gutscheinen, das Gutschreiben oder Ausgeben von Bonuspunkten und bargeldloses Bezahlen wären mit Smart Cards oder NFC-Geräten direkt am Sitz prinzipiell möglich. NFC-Geräte würden darüber hinaus z. B. die Möglichkeit bieten, aktuelle Reiseinformationen, die von der Fluggesellschaft zur Verfügung gestellt werden, herunterzuladen und zu speichern. Bei den Billigfluggesellschaften, welche in der Kabine Leistungen häufig gegen Bezahlung anbieten, kann eine Schnittstelle mit Bezahlungsfunktion im Passagiersitz zu einer verbesserten Erreichbarkeit dieses Serviceangebots beitragen.

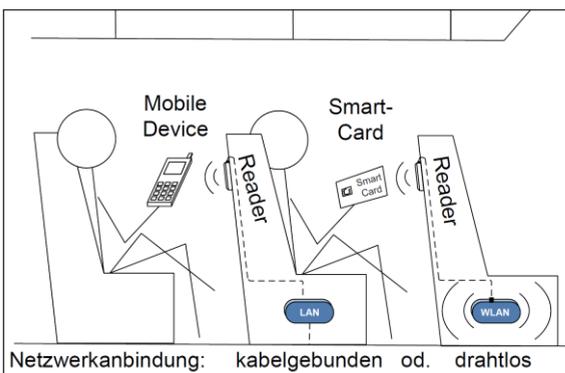


Abbildung 5: Die individuelle Interaktion mit dem Reisenden ist über kontaktlose Schnittstellen für Smart Cards und NFC-Geräte am Passagiersitz denkbar.

Im einfachsten Fall besteht eine kontaktlose Schnittstelle am Sitz aus einem RFID-Lesegerät für Smart Cards und NFC-Geräte, welches mit dem klassischen, fest verdrahteten Kabinennetzwerk verbunden ist (vgl. Abbildung 5). Zukünftiger Ansatz sollte es jedoch sein, die Daten dieser Passagierschnittstelle über ein Funknetz in der Kabine zu übertragen. Dies würde den Verdrahtungsaufwand und das damit verbundene Kabelgewicht einsparen und eine flexible und skalierbare Lösung hinsichtlich der Sitzgruppenkonfiguration bieten. Es wäre sogar vorstellbar, dass eine von der Fluggesellschaft bereitgestellte Applikation auf dem PED des Passagiers eine umfangreiche Bedienung der Sitzplatzumgebung ermöglicht und eine elektronisch unterstützte Servicekommunikation mit der Kabinenbesatzung zulässt, um beispielsweise Getränke oder Snacks zu bestellen und zu bezahlen.

3.3 Betrieb und Wartung der Kabine

Die Vorschriften für den Betrieb der Kabine (sog. SOPs, Standard Operating Procedures) sind im Cabin Crew Operation Manual (CCOM) festgehalten. Um den Lufttuchtigkeitsanforderungen für die Kabine gerecht zu werden, sind viele der dort beschriebenen Prozeduren verpflichtend durchzuführen, während andere nur empfohlen sind. Zum Beispiel ist die Überprüfung der Sicherheitsausrüstung unabdingbar, während eine Überprüfung der Catering-Trolleys oder der Funktionstüchtigkeit der First- und Business Class-Sitze nur empfohlen ist.

Für viele der sicherheitsrelevanten Arbeitsaufgaben in der Kabine, aber auch für die Wartung und Instandhaltung der Kabine sind RFID-Schnittstellen an Ausrüstung und Geräten immer dann sehr vorteilhaft, wenn diese Teile datentechnisch nicht mit den Kabinendomänen verbunden sind. Dimension und Baumaterialien der Kabine erlauben den Einsatz von RFID in geradezu idealer Weise. Eine rasche und komfortable Überprüfung des Vorhandenseins von Schwimmwesten und Erste-Hilfe-Ausrüstung kann damit automatisiert durchgeführt werden (vgl. Abbildung 6). Gleichzeitig lassen sich die Daten zur Haltbarkeit überprüfen, auch wenn sich Bauelemente hinter der Kabinenverkleidung befinden, wie dies z. B. bei den Sauerstoffgeneratoren der Fall ist. Darüber hinaus können RFID-Etiketten auch als elektronische Siegel eingesetzt werden, mit deren Hilfe sich das unerlaubte Öffnen oder die Manipulation von Behältnissen, Räumen oder Verkleidungen feststellen lässt.

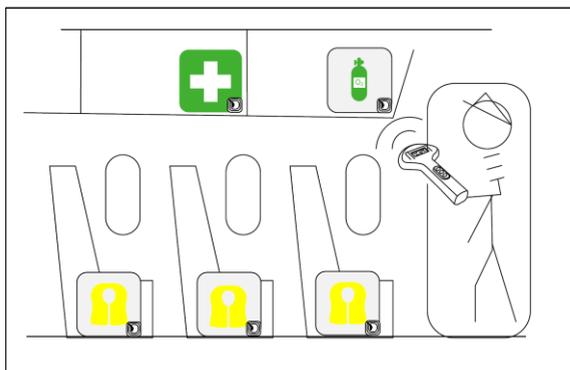


Abbildung 6: Nutzung drahtloser RFID-Schnittstellen für die Überprüfung der Sicherheitsausrüstung und zur Wartung von Kabinensystemen.

Nur in solchen Fällen, wo ein Gegenstand per RFID-Detektion nicht auffindbar ist, manipuliert erscheint oder keine gültige Haltbarkeit mehr aufweist, muss die Kabinenbesatzung eine sorgfältigere Inspektion durchführen. Im Vergleich zur rein manuellen bzw. visuellen Inspektion bietet der hier vorgestellte Ansatz einen deutlich höheren Automatisierungsgrad und eine verbesserte Effizienz. Gewonnene Inspektionsdaten können unmittelbar in das Datennetzwerk der Kabine übergeben, und im elektronischen Logbuch protokolliert werden.

Semi-passive RFID-Transponder mit Sensoren für Feuchtigkeit und Temperatur könnten z. B. dazu genutzt werden, den Feuchtigkeitsgehalt der Kabinenisolierung hinter der Innenraumverkleidung für Wartungszwecke aufzuzeichnen und diese Daten kontaktlos zu übertragen. Ebenso sind Installationen mit fest eingebauten Lesegeräten und aktiven Transpondern, die eine größere Lesereichweite aufweisen, denkbar. Jedoch sind im letzteren Fall die jeweiligen Zulassungsbestimmungen der Behörden detailliert einzuhalten.

4 Zusammenfassung

Der Gebrauch und die kontinuierliche Weiterentwicklung von Informations- und Kommunikationstechnik stellen einen entscheidenden Punkt für die Zukunft unserer Informationsgesellschaft dar. Themen wie Mobilität, nahtlose Konnektivität, Funknetzwerke und der Gebrauch von tragbaren elektronischen Geräten spielen in zunehmendem Maße in der Kabine von Verkehrsflugzeugen eine wichtige Rolle.

In der Flugzeugkabine betrachten wir kontaktlose Schnittstellen auf Basis von Smart Cards, RFID und NFC als wichtige und nützliche Technologieplattform zur Verbesserung von Prozessen, an denen Gegenstände und Personen beteiligt sind. Die einzelnen Elemente dieser Technik sind am Boden erprobt und die erforderlichen Standards sind weltweit verbreitet. Für die Zulassung im Flugzeug existieren bereits erste Empfehlungen seitens der Behörden. Weiterhin beinhaltet die Technologie gut beherrschte Sicherheitsfunktionalitäten, welche kontinuierlich weiterentwickelt werden. Die Integration dieser kontaktlosen Kommunikationsschnittstellen in die Flugzeugkabine würde eine nahtlos anschlussfähige Infrastruktur für am Boden genutzte tragbare elektronische Geräte, Smart Cards und RFID-Transponder bieten können.

Eine Herausforderung dabei ist, dass diese Infrastruktur als Plattformlösung verstanden werden muss, deren gesamte Wertschöpfung sich auf die drei Interessengruppen Flugzeughersteller, Fluggesellschaft und Passagier verteilt. In künftigen Arbeiten soll daher der übergeordnete Nutzen dieser Gesamtlösung in der Flugzeugkabine weiter herausgearbeitet und bewertet werden. Parallel dazu sollen für die Kabine Wege zur Entwicklung und zum Test betrachtet werden. Die Einführung und Zertifizierung einer solchen Lösung würden den letzten Schritt vor der Kommerzialisierung einer solchen Technologieplattform im Verkehrsflugzeug darstellen.

Literatur

Berkhahn SO, Wiegmann M, Leipold F, Bovelli S (2009) Architecture of future cabin management systems. In: von Estorff O, Thielecke F (Hrsg) Proceedings of the 2nd international workshop on aircraft system technologies, AST 2009, Shaker, Aachen.

- FAA AC 20-162 Federal Aviation Administration Advisory Circular (2008) Airworthiness Approval and Operational Allowance of RFID Systems.
- Fischer W, Schirmacher M, Schmidt I, Schür J, Jakob M, Chee KL, Burnic A, Bovelli S (2009) A UWB-based wireless extension for the aircraft management system. In: von Estorff O, Thielecke F (Hrsg) Proceedings of the 2nd international workshop on aircraft system technologies, AST 2009, Shaker, Aachen.
- Glahn W (2009) iC-RFID intelligent catering processes and services using RFID – a German funded R&T project. In: von Estorff O, Thielecke F (Hrsg) Proceedings of the 2nd international workshop on aircraft system technologies, AST 2009, Shaker, Aachen.
- ICAO Doc 9303 Part III International Civil Aviation Organization (2008) Machine readable travel documents – Specifications for electronically enabled MRtds with biometric identification capability.
- Jahn A, Waldenmaier S (2003) Kommunikation für Flugzeug-Passagiere. FUNKSCHAU 14:14-17.
- Miguélez CG (2007) GSM operation onboard aircraft. White Paper No. 4, ETSI European Telecommunications Standards Institute.
- Price A, Bondarenco N (2007) RFID Business Case for Baggage Tagging. White Paper, IATA International Air Transport Association.
- RTCA/DO-160 Radio Technical Commission for Aeronautics (2007) Environmental conditions and test procedures for airborne equipment.
- RTCA/DO-178B Radio Technical Commission for Aeronautics (1992) Software considerations in airborne systems and equipment certification.
- RTCA/DO-254 Radio Technical Commission for Aeronautics (2000) Design assurance guidance for airborne electronic hardware.
- RTCA/DO-294C Radio Technical Commission for Aeronautics (2008) Guidance on allowing transmitting portable electronic devices (T-PEDs) on aircraft.
- Rückwald R, Kraus W, Airbus Deutschland GmbH (2009) E-enabled cabin and associated logistics for improved passenger services and operational efficiency. <http://www.e-cab.org>. Abruf am 2009-09-12.
- Sivanthi T, Laue F, Müller T (2009) Performance analysis of inflight entertainment service over IEEE 802.11 WLAN. In: von Estorff O, Thielecke F (Hrsg) Proceedings of the 2nd international workshop on aircraft system technologies, AST 2009, Shaker, Aachen.

Torres L, Killat U (2009) Routing and scheduling for short range inflight multimedia networks. In: von Estorff O, Thielecke F (Hrsg) Proceedings of the 2nd international workshop on aircraft system technologies, AST 2009, Shaker, Aachen.