

EFFIZIENTE FLOTTENOPERATIONEN DURCH PERMANENTE EINBINDUNG DER LUFTFAHRZEUGE IN DIE IT-INFRASTRUKTUR

R. Geister, L. Ehmke, T. Rambau, H. Többen, Institut für Flugführung, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.,
Lilienthalplatz 7, 38108 Braunschweig

Kurzfassung

Der stetig zunehmende Luftverkehr stellt wachsende Anforderungen an alle Teilnehmer. Die Kapazitäten von Flughäfen müssen erhöht werden und die Luftraumstrukturen an den erhöhten Durchsatz angepasst werden. Zentraler Baustein für die optimale Ausnutzung des Potentials zukünftiger Air-Traffic-Management (ATM) –Strukturen bleibt jedoch das Luftfahrzeug. Um das einzelne Luftfahrzeug effizienter und ökologischer operieren zu können, werden neue Technologien benötigt und vorhandene Technologien müssen besser einbezogen bzw. angepasst werden. Im Rahmen des nationalen Luftfahrtforschungsprogramms (LuFo), vierter Programmaufruf, wird in dem Verbundvorhaben „Datalink for Air/Ground Intercommunication (DAGI)“ erforscht, wie sich die Flotte einer Airline effizienter betreiben lässt, indem jedes einzelne Luftfahrzeug permanent in die IT-Struktur der Fluglinie eingebunden wird. Das Verbundvorhaben besteht aus den Partnern Aerodata AG, airberlin und dem Institut für Flugführung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR e.V.) im Unterauftrag von airberlin.

In dieser Arbeit wird das geplante Gesamtsystem beschrieben, das im Rahmen des Projekts realisiert wird. Das System umfasst die Nutzung eines Electronic Flight Bags (EFB) Class II, eines Datenlinks, der situationsabhängig über Iridium, UMTS oder Wireless LAN betrieben wird, und einer Bodenstation in der Operationszentrale der Fluglinie. Zur Realisierung des permanenten Datenlinks wird ein AeroPhone+® genutzt werden, das einen Iridium Satellitendatenlink zur Verfügung stellt. Für das EFB wird ein Human Machine Interface (HMI) entwickelt, das eine enge Anbindung des Cockpits an die Verkehrsleitzentrale der Fluglinie ermöglicht.

Das geplante Bordsystem wurde in einer ersten Phase in eine Testumgebung integriert. Dazu wurden zwei EFBs in das Generische Experimentalcockpit des Instituts für Flugführung des DLR verbaut und mit der bestehenden Infrastruktur verbunden. In diesem Bericht wird die HMI Entwicklung für die Crew beschrieben. Dazu werden die realisierten Funktionalitäten dargestellt und die sich daraus ergebenden Möglichkeiten erörtert, die im Rahmen dieses Projektes durch das Gesamtkonzept realisiert werden sollen.

1. EINFÜHRUNG

In diesem Projekt werden drei unterschiedliche Aspekte betrachtet:

1. Die verbesserte Echtzeit-Anbindung von Luftfahrzeugen an die Bodensysteme des Luftfahrtunternehmens und der Flugverkehrskontrollstellen sollten einen gezielteren und situationsgerechteren Einsatz von Luftfahrzeugen, Ressourcen und Rohstoffen erlauben.
2. Die verbesserte Kommunikation zwischen dem Luftfahrtunternehmen und seiner Flotte sowie zwischen Flugverkehrskontrollstellen und den individuellen Luftfahrzeugen sollten neue Möglichkeiten zur Auslastungssteigerung der Luftfahrzeuge innerhalb des Luftfahrtunternehmens (verbesserte Netzintegration) und der Kapazitätssteigerung der Lufträume (interaktive

Verkehrssteuerung) ermöglichen.

3. Die uneingeschränkte Verfügbarkeit von On-Bord Daten ermöglicht die Bewertung und Optimierung von Betriebsverfahren und Bord-Vorgängen nach Emissionsgesichtspunkten.



BILD 1. Projektlogo DAGI

Die Firma Aerodata AG setzt in diesem Verbundvorhaben das Hauptaugenmerk auf die Bereitstellung eines Datenlinks zur verbesserten und lückenlosen

Kommunikation der Luftfahrzeuge mit der Operationszentrale bzw. der Flugverkehrskontrollstellen. Die Firma airberlin betrachtet in diesem Vorhaben besonders die flottenpolitischen Aspekte. Das DLR Institut für Flugführung beschäftigt sich im Unterauftrag von airberlin mit der Realisierung von innovativen Verfahren, Simulatorversuchen und die Auswertung bzw. Beurteilung des Gesamtsystems.

1.1. Zielsetzung des Verbundvorhabens DAGI

Ziel des Verbundvorhabens DAGI ist die Entwicklung eines operationellen Konzepts, das es ermöglicht, die einzelnen Luftfahrzeuge einer Luftfahrtgesellschaft stärker in die kostenoptimierenden Prozesse des Luftfahrtunternehmens einzubeziehen, neue Funktionen zum Datenaustausch und zur Überwachung des Betriebszustands der Luftfahrzeuge zu integrieren sowie neue Verfahren mit intuitiven Anzeigen im Cockpit zu etablieren.

Im Rahmen von DAGI werden ein System zur Effizienzbewertung von Betriebsverfahren samt erforderlicher Schnittstellen zu diversen Bord- und Bodensystemen, eine Kommunikationsplattform zur verbesserten Steuerung des Gesamtsystems Flugbetrieb als auch Darstellungsweisen von Systemzuständen als auch zur elektronischen Kommunikation mit Flugverkehrskontrollstellen, entwickelt.

2. BESCHREIBUNG DES GESAMTSYSTEM-KONZEPTS

Um die Projektziele erfüllen zu können, muss eine lückenlose Kommunikation zwischen allen Luftfahrzeugen und der Operationszentrale sichergestellt werden. Eine Notwendigkeit für einen verbesserten Datenaustausch wurde in der Forschung bereits identifiziert (siehe auch [1]). Um diese Anforderung in jeder Flugphase und an jedem Bodenstandort zu gewährleisten, wird ein Satellitendatenlink in Betracht gezogen. Nur so kann eine permanente Kommunikation sichergestellt werden. Während der Bodenzeiten und an Orten mit guter Mobilfunknetzabdeckung kann eine breitbandigere und gegebenenfalls günstigere Verbindung gewählt werden.

Durch die Nutzung verschiedener Datenlinks sollen festgelegte Daten automatisch und periodisch von den Luftfahrzeugen an die Operationszentrale am Boden und umgekehrt gesendet werden. Neben der Kommunikation muss auch eine Datenschnittstelle zu dem Luftfahrzeug geschaffen werden. Dazu wurde in diesem Vorhaben der Einsatz eines Electronic Flight Bags vorgesehen. Es besitzt ARINC-Verbindungen zu dem Luftfahrzeug und ermöglicht es, eine grafische Mensch-Maschine Schnittstelle zu implementieren. Diese soll es den Piloten ermöglichen, mit dem Boden über ein Chat-Fenster in Kontakt zu treten. Außerdem kann der Pilot verschiedene Statusinformationen an die Operationszentrale durch den Druck eines Buttons auf dem Touchscreen senden, die sonst nur telefonisch oder im Nachhinein weitergegeben werden könnten. So können beispielsweise Statusinformation über die erhaltenen Leistungen am Boden bzw. abgeschlossenen Vorgänge (Reinigung des Flugzeugs, Einsteigevorgang der Passagiere, etc.) direkt an die Operationszentrale geschickt werden, was eine

genauere Planung bzw. Übersicht von z.B. Abflugzeiten ermöglicht.

Darüber hinaus wird in diesem Vorhaben ein Bodensystem implementiert, das darauf ausgelegt ist, die Daten der individuellen Luftfahrzeuge aufzunehmen und darzustellen. Außerdem ermöglicht es den Benutzern am Boden mit der Besatzung in Kontakt zu treten. Dies erfolgt analog zu dem Bordsystem durch eine Chat-Funktionalität und durch verschiedene Buttons, mit denen Statusinformation angefragt und ausgetauscht werden können. Außerdem kann über den Satellitenlink jederzeit ein Telefongespräch geführt werden.

2.1. Bordsystem

Das zur Durchführung des Projektes verwendete Bordsystem besteht aus zwei Hardwarekomponenten und einer Softwarekomponente. Am Anfang dieses Projekts wurde ein Gesamtsystemkonzept erstellt, das in der Folge realisiert werden soll. Bei der Erstellung dieses Konzepts wurden existierende Komponenten untersucht und auf einen möglichen Einsatz in dem Projekt hin analysiert. Dies soll eine Reduktion der Entwicklungs- sowie Zulassungskosten ermöglichen.

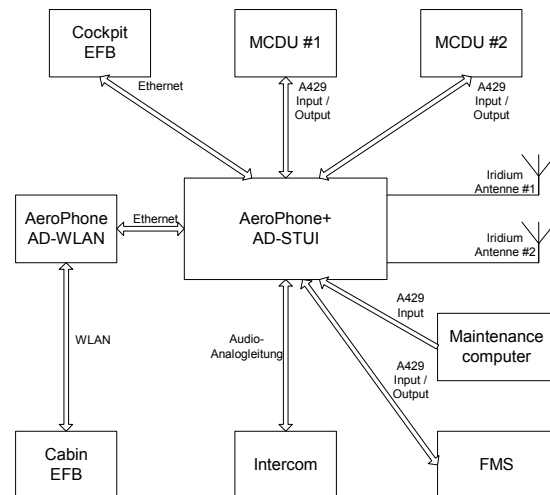


BILD 2. Architektur des Bordsystems aus [2]

BILD 2 zeigt die resultierende Architektur des Bordsystems. Die verwendeten EFBs besitzen bereits ein Supplemental Type Certificate (STC) und werden bereits in einigen Luftfahrzeugen von airberlin eingesetzt. Dies ermöglicht eine leichte Integration der projektspezifischen Software.

Das AeroPhone+ ist eine Weiterentwicklung des AeroPhones, das von der Aerodata AG bereits vertrieben wird. Zur Realisierung des Satellitendatenlinks können bis zu zwei Iridium [3] Kanäle gebündelt werden. Auch das AeroPhone+ verfügt über mehrere Schnittstellen zu verschiedenen Systemen des Luftfahrzeugs. Darüber hinaus verfügt es über einen Handhörer mit dem Telefongespräche ermöglicht werden.

2.1.1. Electronic Flight Bag (EFB)

In diesem Projekt werden Electronic Flight Bags Class II der Firma navAero verwendet [4] Sie besitzen ARINC-Verbindungen zu einigen Bordsystemen, die über ein

Interface Device realisiert werden. In BILD 3 ist die Integration eines navAero EFB in einem Luftfahrzeug von airberlin zu erkennen. Das EFB-Display für den Kapitän ist am linken Fensterrahmen angebracht. Das EFB besteht im Wesentlichen aus zwei Hauptkomponenten. Zum einen der CPU Einheit mit Docking-Station und dem Display. Das Display verfügt über einen 10,4" Touchscreen mit einer Auflösung von 1024x768 Pixeln und sogenannten Bezel Buttons.



BILD 3. EFB Integration im Luftfahrzeug

Die Bezeichnung Class II bedeutet, dass es eine Datenverbindung von dem Luftfahrzeug zu dem EFB gibt, dass jedoch keine Daten von dem EFB an das Luftfahrzeug geschickt werden (siehe auch [5]). Das EFB kann nur Daten von der Avionik-Ausrüstung des Luftfahrzeugs lesen.

Das EFB wird im Linienbetrieb bereits für die Performance-Rechnungen (z.B. für Start und Landung) sowie zur Anzeige von Navigationskarten benutzt. Auf dem EFB läuft ein Microsoft Windows XP Betriebssystem. Der Hersteller stellt darüber hinaus ein Application Programming Interface (API) bereit, das eine Entwicklung von eigener Software ermöglicht, die auf die Schnittstellen zu den Bordsystemen zugreifen kann. Mit Hilfe dieser API können z.B. Zustandsdaten des Luftfahrzeugs abgefragt werden (Bodenkontaktschalter etc.) oder ARINC-Daten ausgelesen werden. Das umfasst z.B. Daten von dem Flight Management System (FMS) oder von dem Luftdaten-Computer.

Das EFB verfügt außerdem über eine Ethernet Schnittstelle, die mit dem AeroPhone+ verbunden wird. Im Zuge dieses Vorhabens wird Software entwickelt, die zum einen die Daten vom Luftfahrzeug auf dem EFB darstellen kann und zum anderen das AeroPhone+ und somit die Kommunikation mit der Operationszentrale steuert.

2.1.2. AeroPhone+

Beim AeroPhone+ handelt es sich um ein Satelliten-Kommunikationssystem der Aerodata AG. Es besteht hauptsächlich aus bis zu zwei zusätzlich am Luftfahrzeug zu montierenden Niedrigprofil-Antennen und einer Satelliten-Transceiver-Einheit. Letztere bietet sowohl Audioschnittstellen zu dem Intercom-System des Luftfahrzeugs oder zu einem Handhörer, als auch eine Ethernet-Schnittstelle für entsprechende Datendienste.

Zusätzlich lässt sich die Satelliten-Transceiver-Einheit über die Ethernet-Schnittstelle komplett konfigurieren und

bedienen, so dass zur Steuerung auch andere Bordsysteme, in diesem Fall das EFB, genutzt werden können. Zur Sprach- und Datenkommunikation verwendet das AeroPhone+ das weltweit verfügbare Iridium-Netz, wobei die Daten im Rahmen des Projekts hauptsächlich über den Short-Burst-Data-Service (SBD) des Iridium-Netzes übertragen werden. Dies entspricht in etwa dem aus Mobilfunknetzen bekannten Short-Message-Service (SMS), wobei die über das Iridium-Netz versendeten Daten am Boden als Email-Anhang an ein Email-Konto ausgeliefert werden können.

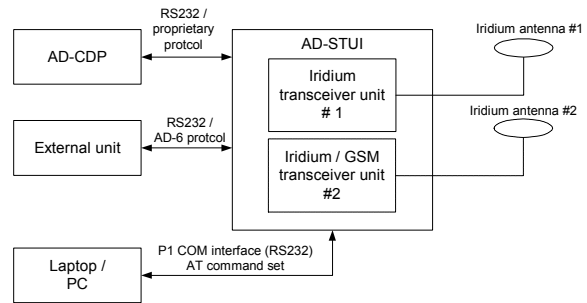


BILD 4. Typische AeroPhone+ Architektur nach [6]

Die Architektur des AeroPhone+ ist in BILD 4 dargestellt. Dieser Aufbau wurde im Rahmen des Projekts um die bereits beschriebene Ethernet Schnittstelle ergänzt.

2.1.3. Software

Um das Gesamtsystem möglichst flexibel zu halten und eine Nutzung durch die Verbundpartner auch außerhalb des Projektrahmens zu ermöglichen, wurde die Software-Implementierung in drei Komponenten aufgeteilt. Als Hauptkomponente ist hierbei sicherlich die zentrale Steuerungseinheit des Human Machine Interface (HMI) anzusehen, die auf dem EFB implementiert ist. Auch diese besteht wiederum aus zwei Unterkomponenten und auch hier war ein treibender Ansatz die Erhöhung der Flexibilität. So besteht die darstellende und interagierende Komponente des HMI aus mehreren HTML-Websites mit entsprechenden JavaScript-Erweiterungen. Die Anbindung an die Kernkomponente ist über die Webkit-Bridge des Qt-Frameworks realisiert. In der Kernkomponente selbst findet die gesamte Datenauswertung von Luftfahrzeug- und Kommunikationsdaten statt, so dass ein zentraler Punkt z.B. auch für eine komplette Datenaufzeichnung gegeben ist. Durch die Abtrennung der HMI-Schicht ergibt sich die Möglichkeit Darstellung und Inhaltsverarbeitung unabhängig voneinander zu entwickeln und z.B. spätere optische Anpassung ohne Neuerstellung zu realisieren. HTML und JavaScript wurden als Interface-Sprache gewählt, um das HMI in Design und Haptik vom verwendeten Microsoft Windows XP abzukoppeln und eher an verbreitete Touch-Systeme anzulehnen. So ist z.B. die recht verbreitete Geste des Drag-to-Scroll für Listen implementiert worden.

In BILD 5 ist die Softwarearchitektur des Bordsystems dargestellt. In der Abbildung ist bereits zu erkennen, dass zwischen der Integration in das reale Luftfahrzeug und in den Cockpitsimulator unterschieden wird. Das Bordsystem ist so ausgelegt, dass die Funktionalität unabhängig davon ist, ob das System im Luftfahrzeug oder im Simulator integriert ist. Eine Beschreibung der Simulationsumgebung

erfolgt in einem späteren Kapitel. Die Schnittstellen sind in beiden Fällen identisch. Zur Versorgung der Hauptkomponente mit Daten existieren zwei weitere Komponenten, die als Standalone-Executable ausgelegt sind. Eine ARINC-Komponente dekodiert fortlaufend den am EFB eintreffenden ARINC-Strom, eine zweite AeroPhone+-Komponente übernimmt die Konfiguration, die Steuerung und den Datenaustausch mit dem AeroPhone+. Zum Datenaustausch zwischen den einzelnen Komponenten wurde das Shared Memory-Verfahren gewählt.

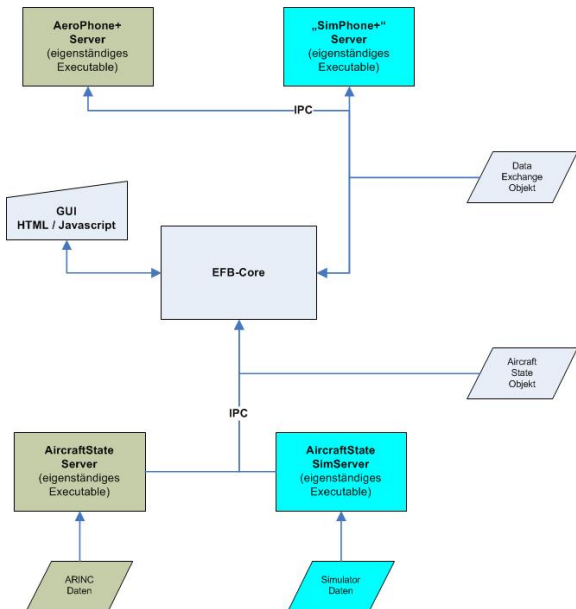


BILD 5. Softwarearchitektur des Bordsystems

Dies soll eine möglichst komplikationsarme Komponentenverknüpfung gewährleisten und den zukünftigen weiteren Komponenten außerhalb des Projektrahmens einen einfachen Zugriff ermöglichen. So wird unter anderem eine einfache Schnittstelle geschaffen, um auch Komponenten ohne direkten Netzwerkverbindung mit dem AeroPhone einen Versand von Daten zu ermöglichen. Da die Struktur des Shared Memory-Bereichs gleich bleibt, vereinfacht sich der im Projekt vorgesehene Einbau in den Simulator, da hier beispielsweise die ARINC-Komponente nur durch eine auf den Simulator zugeschnittene Version ausgetauscht werden muss. Die EFB-Hauptkomponente muss dafür weder angepasst noch ausgetauscht werden.

2.2. Operations Control Center (OCC)

Das Operations Control Center von airberlin befindet sich im Hauptstandort Berlin. Hier werden zentral die Bewegungen der Luftfahrzeugflotte verwaltet und koordiniert. Die Mitarbeiter sind dort für die Flugplanung der einzelnen Umläufe, die Überwachung der Einhaltung des Tagesflugplans sowie für Crew- und Passagierfragen verantwortlich.

Dabei ist jeder einzelne Mitarbeiter des Flight Monitorings für bis zu sechs Luftfahrzeuge verantwortlich. Die Mitarbeiter koordinieren den Einsatz von der Bodenausrüstung und kommunizieren die Einhaltung der Flugpläne mit der Flugsicherung. Ein Beispiel dieser

Kommunikation ist die Verhandlung von sogenannter Calculated Take-Off Times (CTOT) mit der Central Flow Management Unit (CFMU). Für hoch ausgelastete Lufträume gibt es berechnete Startzeiten, die eingehalten werden müssen, um einen reibungslosen Ablauf aller geplanten Flugbewegungen zu garantieren. Falls es zu einer Verzögerung am Boden kommt und die CTOT nicht eingehalten werden kann, wird dies von dem Flight Monitoring mit der CFMU koordiniert.

Im derzeitigen Linienbetrieb ist der Informationsfluss bezüglich solcher Verzögerungen nicht immer gewährleistet, da diese Daten nicht automatisiert übertragen werden und unter Umständen nur telefonisch an das Flight Monitoring weitergegeben werden können. Das ist nur ein Beispiel in dem eine direktere Kommunikation zwischen Besatzung des Luftfahrzeugs und dem OCC wünschenswert wäre. Prinzipiell sollte jede Änderung des geplanten Flugablaufs (z.B. auch durch medizinische Notfälle verursachte Zwischenlandungen) möglichst schnell und unkompliziert an das OCC weitergegeben werden. In diesem Projekt sollen den Mitarbeitern des OCC alle relevanten Informationen zur Verfügung gestellt werden um sie bei einem Entscheidungsfindungsprozess zu unterstützen. Algorithmen zur Entscheidungsfindung, wie z.B. in [7] vorgeschlagen, ist im Rahmen dieses Vorhabens nicht geplant.

Im Rahmen dieses Projekts wurde eine Befragung der Mitarbeiter im OCC durchgeführt, um Informationslücken aufzudecken. Mittels Fragebögen wurde eruiert, welche Daten in Echtzeit vorliegen müssten, um die Arbeit der OCC Mitarbeiter zu erleichtern. Basierend auf diesen Antworten wurde eine Benutzerschnittstelle entworfen, die diese Informationslücke schließen soll. Dieses Kommunikations-Terminal ist auf einem Standard-Arbeitsplatz-Rechner auf Basis des Qt-Frameworks implementiert. Die über das Iridium-Netz versendeten Daten des AeroPhone+ werden über ein Email-Konto als Mail-Attachments ausgetauscht. Das Kommunikations-Terminal beinhaltet einen Email-Client der die entsprechenden Daten zur Darstellung und Auswertung konvertiert. Später wird an dieser Stelle die aufwändigere Integration in bestehende Datenbanken der Fluglinie angestrebt, um die Daten dem anschließenden Datamining zuführen zu können.

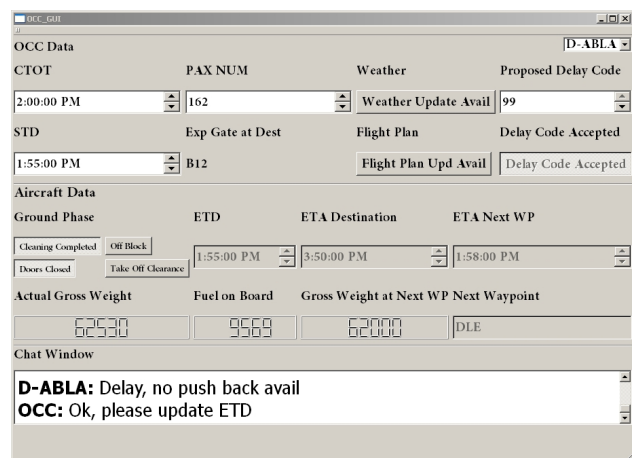


BILD 6. Entwurf der Mensch-Maschine Schnittstelle für das Bodensystem

BILD 6 zeigt einen ersten Entwurf für die Benutzerschnittstelle. Es beinhaltet die Möglichkeit, ein individuelles Luftfahrzeug auszuwählen und Daten mit diesem Luftfahrzeug auszutauschen. Die Daten, die automatisch vom Luftfahrzeug übertragen werden (z.B. Treibstoff an Bord), sowie die Daten, die manuell von der Crew eingegeben werden (z.B. Türen geschlossen), werden gleichzeitig angezeigt. Die Daten die an das Luftfahrzeug geschickt werden, werden ebenfalls angezeigt. Darüber hinaus werden die Chat-Nachrichten dargestellt. Dieser Entwurf und vor allem die angezeigten Daten sind ein direktes Ergebnis der Befragung der Mitarbeiter im OCC.

3. INTEGRATION IN DIE SIMULATIONSUMGEBUNG

Das Institut für Flugführung des DLR betreibt verschiedene Simulatoren um alle Bereiche des Air Traffic Managements untersuchen zu können. Mit Hilfe dieser Simulatoren können sowohl Schnellzeitsimulation als auch Realzeitsimulationen (Human-In-The-Loop Simulationen) durchgeführt werden. Dabei kommen Tower-, Radar- und Cockpitsimulatoren zum Einsatz.

3.1. Generisches Experimentalcockpit (GECO)

Das Generische Experimentalcockpit ist ein modular aufgebauter Festsitz-Cockpitsimulator. Als Anzeigen kommen sechs großformatige hochauflösende 15,4" LCD Displays zum Einsatz. Neben den Standardbediengeräten (wie z.B. Side-Sticks, Tiller, Schub-, Landeklappen- und Fahrwerkhebel, Bremsen) sind die eingebauten Bedienelemente auch für zukünftige Entwicklungen im Bereich Cockpit ausgelegt. So sind zum Beispiel für beide Piloten sogenannte Keyboard und Cursor Steuergeräte (KCCU), verfügbar. Die Radio Management Panels (RMP) sind mit Displays ausgestattet und frei programmierbar. Weiterhin besitzt der Simulator ein kollimiertes Sichtsystem.



BILD 7. Generischer Cockpitsimulator des DLR

Zusätzlich ist ein vollwertiges Flight Management System verfügbar, mit dem eine hochgenaue 4D-Führung möglich ist. Für die Außensichtsimulation kommt das im DLR entwickelte Tool ALICE zum Einsatz, welches eine detailgetreue 3D-Modellierung von Landschaften und Flughäfen, sowie auch Sensorsimulation ermöglicht. Standard-Displays wie Primary Flight Display (PFD) und Navigation Display (ND) sind verfügbar und durch zusätzliche Rollführungs- sowie graphische FMS-Displays ergänzt. Alle Systeme des Simulators sind Eigenentwicklungen des DLR und ermöglichen den vollständigen Zugriff auf die Inhalte und die Kommunikation mit anderen Systemen.

Ein DLR-intern entwickelter Autopilot ist in die Simulation integriert. Er lässt sich über die Flight Control Unit (FCU) im Cockpit und über das Flight Management System bedienen. BILD 7 zeigt eine Innenaufnahme aus dem GECO.

3.2. Integration Electronic Flight Bag

In diese Simulationsumgebung wurden zwei navAero EFBs integriert. Beide EFBs (für Pilot und Co-Pilot) sind Beistellungen von airberlin und vollkommen identisch mit denen, die im Linienbetrieb im Einsatz sind. Die Displays der EFBs sind wie im realen Luftfahrzeug an den Seitenfenstern installiert. In der Simulation sind die EFBs über einen Ethernet-Switch mit dem AeroPhone+ und der Simulationsumgebung verbunden.

Darüber hinaus sind die EFBs mit dem Aircraft Interface Device (AID) verbunden. So können zum einen ARINC Daten (z.B. aus einer Aufzeichnung aus einem realen Luftfahrzeug oder aus einem ARINC Signalgenerator) und zum anderen Ethernet Daten aus der Simulationsumgebung empfangen werden.

Die neuentwickelte Software aus diesem Vorhaben wird in diesem Simulator getestet und evaluiert. BILD 8 zeigt eine der Pages, die für das EFB entwickelt worden. Es handelt sich dabei um die Statusdaten für die Zeit, in der sich das Luftfahrzeug im Turn-Around am Boden befindet.

Die Besatzung kann auf dieser Page durch den Druck auf einen der Buttons auf dem Touchscreen Statusinformationen direkt an das OCC versenden. So kann der genaue Zeitpunkt z.B. des Schließens der Türen übertragen werden. Dadurch wird das OCC durchgehend mit Informationen versorgt und erhält diese zusätzlich aus erster Hand von der Besatzung. Durch die zeitnahe Übertragung der Off- bzw. On-Block Zeit werden die Vorgänge für die Mitarbeiter im Flight Monitoring besser planbar.



BILD 8. Status Page des EFB

Neben den Daten, die aufgrund der Befragungen im OCC als standardmäßig zu übertragende Daten identifiziert wurden, wurde im Zuge dieses Projekts auch eine Möglichkeit geschaffen, freie Texte zu übertragen. Dies geschieht im Bordsystem über eine Chat-Page auf dem EFB. BILD 9 zeigt diese Page. Die Besatzung hat die Möglichkeit, über eine Tastatur auf dem Touchscreen Text einzugeben und auf Knopfdruck zu versenden. Empfangener Text wird ebenfalls auf dieser Page angezeigt.



BILD 9. Chat Page des EFB

Die Übermittlung der Daten erfolgt über das AeroPhone+. Dazu ist auf dem EFB eine Software installiert worden, die ebenfalls als eigenständiges Executable mit dem AeroPhone+ kommuniziert.

3.3. Integration AeroPhone+

Neben den beiden EFBs wurde ebenfalls ein AeroPhone+ in die Simulationsumgebung integriert. Dabei handelt es sich um eine Leihgabe der Aerodata AG. Es wurde mittels seiner Ethernet Schnittstelle über einen Ethernet Switch mit der Simulationsumgebung verbunden. Darüber hinaus verfügt es über eine Iridium-Außenantenne, die zur Datenübertragung genutzt wird. Zur Anbindung an das EFB wurde von der Aerodata AG eine API entwickelt, über die Daten zwischen AeroPhone+ und EFB ausgetauscht werden.

Das AeroPhone+ kommuniziert über einen TCP-Server mit dem EFB mit Hilfe einer eigens dafür entwickelten Software, die einen TCP-Client und einen IPC-Client startet. Wie bereits beschrieben, benutzt das AeroPhone+ den Short-Burst-Data-Service zur Übertragung von Daten. Diese Daten werden dann über ein E-Mail Gateway als E-Mail Anhang versendet. Über das Programm, das auf dem EFB läuft werden einerseits die Texte der Chat-Funktion in beiden Richtungen und andererseits auch Status- und Zustandsdaten der Luftfahrzeuge vom EFB via AeroPhone+ an das OCC geleitet. Darüber hinaus werden auch Statusinformationen vom OCC zum Flugzeug übertragen. Dies umfasst z.B. CTOT, geplante Gates (zur Information der Passagiere) oder Aktualisierungen der Wetterberichte sowie ggf. Flugplananpassungen.

3.4. Softwareanbindung im Cockpitsimulator

Wie in BILD 5 dargestellt, sind für das EFB zwei Applikationen entwickelt worden, die jeweils entweder ARINC Daten aus dem Aircraft Interface Device oder Ethernet Daten aus der Simulationsumgebung empfangen und den weiteren Applikationen auf dem EFB mittels Shared Memory zur Verfügung stellen.

Im Rahmen dieses Projekts wurden zwei Executables entwickelt, die entweder ein AeroPhone+ simulieren oder die Kommunikation mit dem realen AeroPhone+ realisieren. Die Möglichkeit ein simuliertes AeroPhone+ zu betreiben wurde geschaffen um die Kosten für die SBD Übertragungen während der Testphasen zu sparen, ohne dass die Schnittstellen-Software angepasst werden muss. Die Schnittstellen zu den beiden Executables bleiben dementsprechend unverändert. Somit kann das

Experimentalcockpit als simulierte Linienmaschine in das OCC bzw. das dort installierte Bodensystem integriert werden, ohne dass die Schnittstellensoftware angepasst werden muss. Es wird auf dem EFB nur das passende Executable gestartet.

Zum Testen des Gesamtsystems wurde darüber hinaus auch ein Prototyp des Bodensystems für die Simulationsumgebung implementiert. Dabei handelt es sich um eine prototypische Version die zunächst nur als erweiterter Mail-Client fungiert, der die E-Mail Anhänge der AeroPhone+ Daten automatisch öffnet und darstellt. Genau so können bei diesem Prototyp des Bodensystems Chat-Nachrichten eingegeben werden, die dann automatisch als Anhang einer E-Mail an das AeroPhone+ und somit an das EFB geschickt werden.

4. GEPLANTE VERSUCHE

Im Rahmen dieses Projekts soll das Gesamtsystem im Linienbetrieb getestet werden. Dazu wird ein Luftfahrzeug von airberlin mit einem navAero EFB Class II sowie einem AeroPhone+ der Aerodata AG ausgerüstet werden. Die Kommunikation zwischen den Geräten sowie die Schnittstelle zu den Piloten wird durch das DLR Institut für Flugführung realisiert. Darüber hinaus soll das Bodensystem im OCC von airberlin aufgebaut und evaluiert werden. Grundlage hierfür sind die Vorversuche im Cockpitsimulator des DLR. Da die Integration der Geräte und der Software analog zu der Integration im Luftfahrzeug verläuft, besteht die Möglichkeit den Simulator als Luftfahrzeug in das Bodensystem zu integrieren.

Für die Analyse des Gesamtsystems werden verschiedene Szenarien generiert, die eine Evaluation des Systems ermöglichen. Zum einen soll dabei untersucht werden, wie groß die Effizienzsteigerung dieses Systems bezogen auf den Tagesumlauf eines Luftfahrzeugs ist. Typischerweise werden mit einem Luftfahrzeug auf der Mittelstecke drei bis fünf Strecken an einem Tag zurückgelegt. An solchen typischen Tagen soll das DAGI System mit den herkömmlichen Systemen verglichen werden. Das umfasst zum einen eine Bewertung der Mitarbeiter des OCC, die das Bodensystem parallel zu dem vorhandenen System testen werden. So soll überprüft werden, ob sich eine Erhöhung der Planbarkeit und eine Steigerung des Informationsflusses erreichen lässt. Zum anderen soll evaluiert werden, ob sich eine Reduktion der Kommunikationskosten erreichen lässt.

Momentan werden einige Statusnachrichten mittels Aircraft Communication Addressing and Reporting System (ACARS) ausgetauscht. In der Bewertung des Gesamtsystems soll evaluiert werden, ob durch eine Nutzung von Iridium diese Kosten gesenkt werden können. Da ein Datenaustausch über ACARS auf Very High Frequency (VHF) basiert, ist darüber hinaus eine lückenlose Verbindung zwischen Luftfahrzeug und OCC nicht sichergestellt. Dies soll durch die Nutzung des Satelliten-Datenlinks geändert werden.

Für die automatische Datenübertragung im Fluge wurde bereits eine Datenarchitektur erstellt. Für diese automatische Datenübertragung werden Kosten von ca. 15€ für einen typischen Flug erwartet. Die Analyse des

Gesamtsystems soll zeigen, dass diese zusätzlichen Kosten durch die erwartete Verbesserung der Kommunikation und die Reduktion der herkömmlichen Kommunikationskosten vertretbar sind.

Ein weiterer Aspekt, der in der Testphase untersucht werden soll, ist eine flotteninterne Sequenzierung der Luffahrzeuge. So soll durch die Integration des GECCO in das OCC simuliert werden, dass zwei Luffahrzeuge der Flotte ähnliche Flugziele haben. Durch die verbesserte Kommunikation durch das hier vorgestellte System, soll die effizienteste Reihenfolge (z.B. für Passagiere mit Anschlussflug oder bereits bekannte CTOTs) durch eine flotteninterne Regelung unterstützt werden. Dies soll die benötigte Kommunikation mit den Fluglotsen (ATC) reduzieren, da die gewünschte Sequenzierung der Luffahrzeuge bereits durch die effiziente Planung vorgenommen wurde. Durch eine spätere Weiterentwicklung wären so auch automatische Separationen, wie z.B. in [8] vorgeschlagen, denkbar. Bevor das System jedoch im Linienbetrieb erprobt wird, soll eine Bewertung des EFB GUI durch Piloten erfolgen. Dabei sollen die Handhabbarkeit und die intuitive Bedienung im Vordergrund stehen. Außerdem sollen die angezeigten Daten auf Vollständigkeit überprüft werden.

5. FAZIT

Zusammenfassend wurde in dieser Arbeit die bisherigen Entwicklungen und die geplanten Versuche in dem LuFo Projekt DAGI vorgestellt. Durch eine lückenlose Einbindung der Luffahrzeuge einer Flotte und eine Verbesserung des Informationsaustausches zwischen Luffahrzeug und Boden soll mittels einiger Beispielprozesse in diesem Projekt die Effizienz und die Wirtschaftlichkeit eines Luffahrtunternehmens gesteigert werden. Durch die zeitnahe Bereitstellung von Statusinformationen von den individuellen Luffahrzeugen (z.B. tatsächliche Ankunfts- oder Abflugzeit ATA, ATD) soll eine Verbesserung der Planung der Flugabläufe im OCC erreicht werden.

Zur Vorbereitung auf die Evaluation im Linienbetrieb wurde eine Simulationsumgebung erweitert, die es ermöglicht, das zu entwickelnde Gesamtsystem plattformunabhängig zu testen. Durch die verwendete Softwarearchitektur und den Hardwareaufbau, wird das reale System komplett nachgebildet. Dadurch können kostengünstige Voruntersuchungen durchgeführt werden und der Simulator kann für Demonstrationszwecke in den realen Linienbetrieb integriert werden.

6. DANKSAGUNG

Die Autoren möchten sich bei den Partnern des Verbundvorhabens, der Aerodata AG und airberlin, für die Bereitstellung der relevanten Informationen und die reibungslose Projektarbeit bedanken. Darüber hinaus möchten wir uns bei den Mitarbeitern des OCC bedanken, die sich an der Befragung zur Anforderungserstellung des Bodensystems beteiligt haben. Außerdem bedanken wir uns bei dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie sowie bei dem Projektträger des DLR, die eine Finanzierung dieses Projekts ermöglichen.

7. ABKÜRZUNGEN

ACARS	Aircraft Communication Addressing and Reporting System
AID	Aircraft Interface Device
API	Application Programming Interface
ARINC	Aeronautical Radio Incorporated
ATA	Actual Time of Arrival
ATC	Air Traffic Control
ATD	Actual Time of Departure
ATM	Air Traffic Management
CFMU	Central Flow Management Unit
DAGI	Datalink for Air/Ground Intercommunication
GECCO	Generisches Experimentalcockpit
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
EFB	Electronic Flight Bag
ETA	Estimated Time of Arrival
ETD	Estimated Time of Departure
FCU	Flight Control Unit
FMS	Flight Management System
GUI	Graphical User Interface
HMI	Human Machine Interface
IPC	Inter Process Communication
KCCU	Keyboard and Control Unit
LCD	Liquid Cristal Display
LuFo	Luffahrtforschungsprogramm
ND	Navigation Display
OCC	Operations Control Center
PFD	Primary Flight Display
RMP	Radio Management Panel
SBD	Short Burst Data Service
SMS	Short Message Service
STC	Supplemental Type Certificate
STD	Scheduled Time of Departure
TCP	Transmission Control Protocol
VHF	Very High Frequency
WP	Waypoint

8. REFERENZEN

- [1] Speed, C, „Architecture and Technical Alternatives for Connecting Cockpits to FAA Data“, 31. Digital Avionics Systems Conference (DASC), 14.10.-18.10. 2012, Williamsburg, VA
- [2] DAGI Projektteam, „HAP1 Anforderungserstellung; Basiskonzept DAGI“, Braunschweig, 2012, nicht veröffentlicht
- [3] Iridium Communications Inc., Firmen-Webseite, <http://www.iridium.com>, aufgerufen am 1.8.2013
- [4] navAero, Firmen-Webseite, <http://www.navaero.com/>, aufgerufen am 1.8.2013
- [5] European Aviation Safety Agency, „Notice of Proposed Amendment (NPA) No 2012 – 02“, 12.3.2012, Köln
- [6] Aerodata AG, „ICD for the AeroPhone AD-6 protocol“, Braunschweig, 2012, nicht veröffentlicht
- [7] Castro, A.; Oliveira, E., „A Multi-Agent System for Airline Operations Control“, 7th International Conference on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems, 25.3.-27.3.2009, Salamanca
- [8] Ragothaman, V., Baloch, F., Pendse, R., „Unassisted Aircraft Landing via Co-Operative Data Exchange“, 25. Digital Avionics Systems Conference (DASC), 15.10.-18.10. 2006, Portsmouth, OR