



Wettbewerbsfähiger Flughafen (WFF)

Verifikation Gesamtsystem

Steffen Loth

DLR

Cluster:	3 (Turnaround)
Dokument Nr.:	D3344
Version Nr.:	1.00
Einstufung:	öffentlich
Anzahl der Seiten:	26

Projekt Manager

Dr. Jens Konopka

Deutsche Flugsicherung GmbH

63202 Langen, Deutschland

Telefon: +49 (0)6103 707 5792, Fax: +49 (0)6103 707 5741

Web page:



Dokumentenkontrolle

Projekt Manager	Dr. Jens Konopka	
Verantwortlicher Autor	Steffen Loth	DLR
Weitere Autoren	Annemarie Lebbink	DLR
Titel des Dokumentes:	Verifikation Gesamtsystem	
Zugehöriges Arbeitspaket:	AP 334	
Dokument Nr.	D3344	
Speicherdatum:	2010-03-31	
Dokument Version:	1.00	
Datei Name	D3344_Verifikation_Gesamtsystem_V100.doc	
Anzahl der Seiten	26	
Status Geheimhaltung	öffentlich	

Änderungsverfolgung (Change Log)

Datum	Version	Änderungen Kapitel/Absatz	Kommentar
05.11.2009	0.01	Initial Draft	
11.11.2009	0.02	Erweiterung Tests	
08.12.2009	0.03	Ergebnisse	
09.03.2010	0.04	Formatierungen, Review, Abkürzungen	
31.03.2010	1.00	Endversion	



Inhalt

Dokumentenkontrolle.....	2
Änderungsverfolgung (Change Log)	2
Inhalt	3
1 Ziel des Dokumentes.....	4
2 Einführung.....	5
3 Testorganisation	7
3.1 Testumgebung	7
3.2 Testziele	7
3.3 Testdefinitionen.....	7
3.4 Szenarien	8
4 FAT - Gesamtsystem.....	9
5 Zusammenfassung Testergebnisse	24
Anhang I.....	25
5.1 Abkürzungsverzeichnis / Glossar.....	25
5.2 Literaturverzeichnis.....	25
5.3 Abbildungsverzeichnis	25
5.4 Tabellenverzeichnis.....	25



1 Ziel des Dokumentes

Im Rahmen des Forschungsprojekt WFF wurde das in CARMA begonnene Fahrzeug-Managementsystem weiterentwickelt.

Ein Großteil der Einzelkomponenten wurde eigenständig und detailliert auf Funktionalitäten überprüft und dokumentiert. Hierzu soll auf die Dokumente [1], [2], [3] und [4] verwiesen werden. Eingaben und Statusänderungen haben jedoch gleichzeitig Einfluss auf mehrere Teilsysteme, die für die Funktionsweise des Gesamtsystems notwendig sind. Aus diesem Grund wurde das Zusammenspiel der Komponenten, die Anbindung an die operationellen Systeme und die Nutzung der Infrastruktur während des gemeinsamen Feldtests erprobt.

Das vorliegende Dokument ist der Test Bericht für die Verifikation des Gesamtsystems beim Feldtest und hat zum Ziel, den dokumentierten Nachweis zu erbringen, wie die Einzelkomponenten in verschiedenen Szenarien als ein Gesamtsystem zusammengearbeitet haben.

Das Dokument ist wie folgt gegliedert:

Kapitel 2	Einführung
Kapitel 3	Testorganisation
Kapitel 4	FAT - Gesamtsystem
Kapitel 5	Zusammenfassung Testergebnisse
Kapitel 6	Verzeichnisse

2 Einführung

Im Rahmen des Forschungsprojektes WFF wurde am Flughafen Hamburg ein Fahrzeug-Managementsystem entwickelt und eingerichtet, das sich stark an den operationellen Bedürfnissen der Operateure ausrichtet. Ziel ist es, Fahrzeuge auf den Flughafenvorfeldern optimiert einzusetzen und damit die Flughafenressourcen effizient zu nutzen.

Abbildung 1 stellt die Gesamtarchitektur des Fahrzeug-Managementsystem dar:

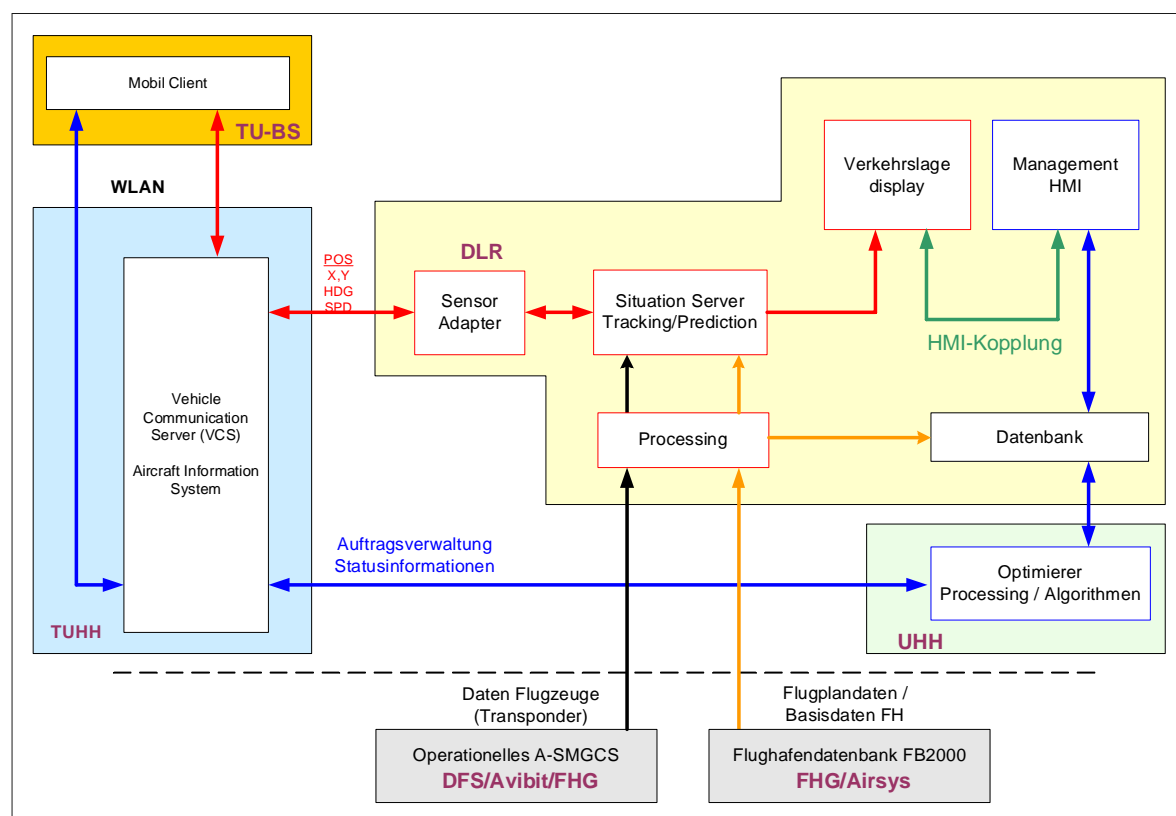


Abbildung 1: WFF-Gesamtarchitektur

Der MobilClient, entwickelt von der TU-BS, ist eine mobile Hard- und Softwarelösung, die in Fahrzeugen auf dem Flughafenvorfeld zum Einsatz kommt. Der MobilClient stellt eine digitale Flughafenkarte mit der aktuellen Position und der Verkehrslage dar. Gleichzeitig werden sämtliche Aufträge, die dem jeweiligen Fahrzeug über das Management HMI zugewiesen werden, angezeigt. Über das Benutzerinterface des MobilClient hat der Fahrer die Möglichkeit, diese Aufträge anzunehmen bzw. abzulehnen.

Der VehicleCommunicationServer (VCS), entwickelt von der TU Hamburg-Hamburg stellt die Schnittstelle zwischen dem Situationsserver, dem Management und dem MobilClient dar. Der Server sorgt für die Weiterleitung und die sichere Zustellung sämtlicher Positionsdaten und Nachrichten, die von und zum MobilClient gehen.

Der Situationsserver, entwickelt vom DLR, dient der Fusionierung der Daten von Flugzeugen und Fahrzeugen, um so die Gesamtsituation aller bewegten Objekte auf dem Flughafen ermitteln zu können. Der Situationsserver stellt die Gesamtverkehrslage für alle übrigen Komponenten des Gesamtsystems zur Verfügung.



Das Bediensystem, entwickelt vom DLR, besteht aus einem Verkehrslagedisplay und einem Management HMI:

- Das Verkehrslagedisplay stellt die Topographie des Flughafens Hamburg dar. Sämtliche Flugzeuge und Fahrzeuge, die mit einem Mode-S-Transponder ausgerüstet sind, werden auf ihrer aktuellen Position dargestellt. Zusätzlich werden die mit dem WFF Mobil Client ausgerüsteten Fahrzeuge angezeigt.
- Mit dem Management HMI wird die Einsatzplanung und Auftragsübermittlung der Gepäckfahrzeuge durchgeführt und der aktuelle Status der Gepäckfahrzeuge auf dem Vorfeld dargestellt.

Das Management System der Universität Hamburg dient der Optimierung der Abfertigungsaufträge unter Berücksichtigung der aktuellen Verkehrssituation. Es berücksichtigt dabei Position und Status der Fahrzeuge und Flüge.

Die Flughafendatenbank FB2000, von AIRSYS in Zusammenarbeit mit dem HAMBURG AIRPORT entwickelt, ist das zentrale Flugplansystem für den Flughafen Hamburg. Die FB2000 stellt die benötigten Daten den jeweiligen Komponenten des Gesamtsystems zur Verfügung. Dabei werden neben Flugplandaten auch flughafenspezifische Informationen wie z.B. Positionen berücksichtigt.

Über die Testplattform, die in Kooperation von DFS, FHG und DLR gemeinsam betrieben wird, werden operationelle A-SMGCS Daten zur Verfügung gestellt, die an den Situationsserver weitergeleitet werden. Der Situationsserver stellt die benötigten operationellen A-SMGCS Daten für alle übrigen Komponenten des Gesamtsystems bereit.

Die WLAN Infrastruktur am Flughafen wird für die Übertragung der Daten zwischen Mobilclients und Einsatzzentrale verwendet.

Das Gesamtsystem zum Fahrzeugmanagement besteht aus mehreren Komponenten, die von den Partnern zunächst eigenständig entwickelt und dann im Zusammenspiel am Flughafen getestet wurden. Jede Einzelkomponente und das Gesamtsystem sollten dann entsprechenden getestet werden, ob die konzeptionellen Vorüberlegungen umgesetzt wurden und das System funktioniert.

Zwei Methoden spielen bei der Überprüfung eines Systems eine wesentliche Rolle:

Validierung

Durch eine Validierung wird überprüft, ob die richtigen Funktionalitäten zur Erfüllung der Anforderungen implementiert wurden. Dies setzt voraus, dass ein sehr genauer Anforderungskatalog existiert, um die Anforderungen den Ergebnissen gegenüberstellen zu können.

Verifikation

Durch die Verifikation wird überprüft, ob die festgelegten Funktionalitäten korrekt implementiert wurden und ob das System so reagiert, wie man es erwartet hat.

Da kein expliziter Anforderungskatalog hinsichtlich operationeller Parameter vorliegt und das System nicht direkt zur Steuerung des Fahrzeugeinsatzes durch die Operateure genutzt wurde, kann nur eine technische Verifikation der Komponenten und des Gesamtsystems erfolgen. Eine Validierung im eigentlichen Sinne, bei der objektive Messwerte und subjektive Bewertungen durch die Operateure aufgenommen werden, war nicht möglich.

Das vorliegende Dokument beschäftigt sich mit den Tests zur Überprüfung des Gesamtsystems.

3 Testorganisation

3.1 Testumgebung

Der simulierte Arbeitsplatz des Disponenten für die Gepäcktransportabwicklung in der Einsatzzentrale am Hamburger Flughafen bestand aus den folgenden Arbeitsmitteln:

- Einem Rechner, einem 24“ Monitor und einer Maus für das Management-HMI
- Einem Rechner, einem 24“ Monitor und einer Maus für das Verkehrslagedisplay.

Für die Komponenten Datenbank, Optimierung, Vehicle Communication Server (VCS) und die Bereitstellung der Daten aus dem Flughafensystem im Forschungsnetzwerk wurde der Arbeitsraum und die Infrastruktur der Testplattform genutzt.

Die Verifikationstests wurden im Wesentlichen mit den beiden Testfahrzeugen von TU-BS und DLR durchgeführt. Diese wurden mit dem gleichen System ausgerüstet, das auch in die Gepäckfahrzeuge von Groundstars eingebaut wurde. Im Fahrzeug der TU-BS war zusätzlich die Ausrüstung für die Tests der komplementären Ortung enthalten.

3.2 Testziele

Die Feld- und Systemtests wurden auf der Testplattform Hamburg durchgeführt. Sie sollten dazu dienen, die Gesamtfunktionalität des Fahrzeug-Managementsystem zu testen. Zur Gewährleistung einer intakten Gesamtfunktionalität ist es erforderlich, Tests im Verbund mit allen beteiligten Systemen durchzuführen. Das setzt voraus, dass die speziellen Einzeltests der Komponenten in einer vom Gesamtsystem abgekapselten Umgebung erfolgreich waren.

Im Folgenden werden Tests beschrieben, die im Zusammenspiel mit allen Teilsystemen durchgeführt wurden. Die Tests hatten folgende Ziele:

- Korrekte Integration des HMI für die Einsatzzentrale in der Einsatzzentrale
- Erfolgreiche Integration der Fahrzeuge von Groundstars und der Testfahrzeuge
- Nutzung und Verarbeitung der Realdaten der operationellen Systeme
- Überprüfung des Datenflusses und der korrekten Darstellung der ankommenden und abgehenden Daten
- Überprüfung der korrekten Arbeitsweise im Zusammenspiel aller Subsysteme
- Überprüfung der korrekten Übermittlung der Daten zwischen den Teilsystemen
- Prüfung der Zuverlässigkeit und Robustheit des Systems

3.3 Testdefinitionen

Zur Erhöhung der Übersichtlichkeit wurden für die Testablaufbeschreibungen folgende Notationen spezifiziert:

- Jeder Test ist durch einen Testnamen gekennzeichnet. Der Name setzt sich zusammen aus einer aufsteigenden Testnummer und einer Beschreibung, was getestet wurde.
- Für jeden Test ist ein Testziel definiert, das überprüft werden soll.
- Zu jedem Test wird festgehalten, welche Testvoraussetzungen gewährleistet sein müssen, um den Test überhaupt durchführen zu können
- Die Testprozedurbeschreibung erfolgt tabellarisch:
 - Die Spalten beschreiben den jeweiligen Test in Bezug darauf:



- was überprüft werden soll
- welche Ergebnisse zu erwarten sind
- welche Ergebnisse erzielt wurden
- Die Zeilen beschreiben den Testablauf. Sie zeigen auf, welche Teilbereiche für das jeweilige Testziel zu berücksichtigen sind.

3.4 Szenarien

Im Gegensatz zu den Einzeltests der Komponenten, die in [1], [2], [3] und [4] beschrieben sind, wird hier nur auf das Testen des Gesamtsystems im Betriebsmodus abgezielt.

Betriebsmodus

- In diesem Modus ist das HMI in die Einsatzzentrale von Groundstars eingebettet und an den Optimierer sowie an das Verkehrslagedisplay gekoppelt.
- Es wurden zwei Fahrzeuge zur Auftragsabwicklung eingesetzt. Die Testabläufe wurden wie folgt durchgeführt:
 - Fahraufträge wurden von dem Management System unter der Berücksichtigung der aktuellen Flugpläne generiert und im Auftragsfenster des Management-HMI als offene Aufträge dargestellt.
 - Der Auftrag wurde einem der beiden Testfahrzeugfahrer zugewiesen und dem Fahrer auf seinem Display angezeigt.
 - Dieser konnte den Auftrag über entsprechende Eingabefelder auf dem Ultra-Mobile-PC annehmen oder ablehnen.
 - Nach der auftragsgemäßen Durchführung wurde ein angenommener Fahrauftrag als beendet gemeldet. Der freigewordene Fahrer erhielt dann seinen nächsten Fahrauftrag.
 - Der Fahrer hatte die Möglichkeit, die Durchführung eines angenommenen Auftrages zu unterbrechen oder gar abbrechen.
- Während der Feldtests standen immer mehrere ausgerüstete Gepäckfahrzeuge zur Verfügung

So konnte auf dieser Ebene die Gesamtfunktionalität des Systems in Hamburg getestet werden. Es ist anzumerken, dass eine systematische Durchführung identischer Läufe, wie in einer Simulation, praktisch nicht möglich ist, da die Tests auf Realdaten basieren, die sich aus dynamischen und nicht idealisierten Szenarien ergeben. Dafür schaffen diese Szenarien immer wieder Situationen, die hervorragend geeignet sind, die Module auf ihre Robustheit zu überprüfen.

4 FAT - Gesamtsystem

Gesamtsystem_FAT_1_Ausrüstung		
Check:	Überprüfung der Vollständigkeit der erforderlichen Software und Hardware für den Betrieb des WFF-Systems.	
Voraussetzung:	Testplattform und Arbeitspositionen (Fahrzeuge, Einsatzzentrale) verfügbar	
Überprüfung	Zu erwartende Ergebnisse	Erzielte Ergebnisse
Testplattform ist ausgerüstet und aktiv	Die Testplattform kann für die Tests genutzt werden. Es existieren die benötigten Komponenten für die Infrastruktur des Gesamtsystems <ul style="list-style-type: none"> • PC-System für die WFF-Datenbank • PC-System für Optimierungsmodule • PC-System für die Kommunikation (Vehicle Communication Server) • PC-System für die Anbindung an die externen Systeme und die Verkehrslage (Situation Server) • Forschungsnetzwerk 	OK
Arbeitsplatz in Einsatzzentrale ausgerüstet	Der Arbeitsplatz in der Einsatzzentrale von Groundstars wurde aufgebaut. Dieser besteht aus: 2 PC-Systemem mit Maus und Tastatur für Verkehrslage- und Management-HMI	OK
Test-Fahrzeuge ausgerüstet	Testfahrzeuge (DLR, TU-BS) mit einem Onboardsystem ausgestattet: <ul style="list-style-type: none"> • Onboard PC (mobile PC) • Onboard Display (10 “ Touchdisplay) • Stromversorgung (vom Fahrzeug und Pufferakku) • GPS Empfänger • WLAN-Stick • USB-Hub • Verkabelung Testfahrzeug der TU-BS zusätzlich mit Ortungsmodul für komplementäre Ortung	OK
Gepäckfahrzeuge ausgerüstet	Gepäckfahrzeuge ausgestattet mit einem Onboardsystem: <ul style="list-style-type: none"> • Onboard PC (mobile PC) • Onboard Display (10 “ Touchdisplay) • Stromversorgung (vom Fahrzeug und Pufferakku) • GPS Empfänger • WLAN-Stick • USB-Hub • Verkabelung 	OK

Tabelle 1: Gesamtsystem_FAT_1_Ausrüstung



Gesamtsystem_FAT_2_Datenanbindung		
Check:	Überprüfung der Anbindung an die operationellen Systeme des Flughafen zur Verarbeitung der Daten Überprüfung der Anbindung der Einsatzzentrale an das Forschungsnetzwerk Testplattform läuft	
Voraussetzung:	Operationelles A-SMGCS läuft FB2000 läuft WLAN am Flughafen ist verfügbar	
Überprüfung	Zu erwartende Ergebnisse	Erzielte Ergebnisse
Anbindung A-SMGCS	Nach Starten der entwickelten Software-Adapter wird eine Verbindung zu den entsprechenden Gegenstellen hergestellt.	OK
	Datenempfang läuft und wird auf der Oberfläche des Programmmoduls angezeigt.	OK
	Dekodieren der Daten entsprechend der definierten Spezifikationen erfolgt.	OK
Anbindung FB2000	Nach Starten der entwickelten Software-Adapter wird eine Verbindung zum Dienst der Datenbank hergestellt.	OK
	Datenempfang läuft. Adapter erhält Daten im File und Updatedienst.	OK
Virtuelles WLAN Segment	Das Virtuelle LAN-Segment (V-LAN) ist innerhalb des WLAN eingerichtet und verfügbar.	OK
	Datenpakete können zwischen Onboard-system und VCS ausgetauscht werden.	OK
Anbindung Einsatzzentrale Groundstars	Nach Verbindung der Arbeitsplätze sind diese aus dem Forschungsnetzwerk erreichbar.	OK

Tabelle 2: Gesamtsystem_FAT_2_Datenanbindung



Gesamtsystem_FAT_3_Systemstart		
Check:	Start aller Teilkomponenten	
Voraussetzung:	Ausrüstung und Datenanbindung verfügbar	
Überprüfung	Zu erwartende Ergebnisse	Erzielte Ergebnisse
Datenbank	MySQL-Dienst läuft und es existiert eine Datenbank mit dem Namen WFF.	OK
Adaptermodule	Adaptermodule und Converter starten ohne Fehlermeldung. Es sind die jeweiligen Programmoberflächen zu sehen.	OK
Vehicle Communication Server	VCS startet und Oberfläche erscheint.	OK
Situation Server	Situationsserver startet und überprüft Verbindung zu Adaptermodulen und Datenbank.	OK
HMI-Einsatzzentrale	Management- und Verkehrslagedisplay starten und stellen die entsprechenden Oberflächen dar.	OK
Optimierer	Der Optimierer startet korrekt und zeigt die Überwachungsoberfläche. Die entsprechenden Statusmeldungen wurden ausgegeben.	OK
Fahrzeugsystem	Das Onboardsystem startet und die Flughafenkarte mit den Schaltflächen ist zu sehen.	OK

Tabelle 3: Gesamtsystem_FAT_3_Systemstart



Gesamtsystem_FAT_4_Initialisierung		
Check:	Komponenten werden initialisiert und ein Anfangszustand wird hergestellt.	
Voraussetzung:	Alle Teilsysteme laufen.	
Überprüfung	Zu erwartende Ergebnisse	Erzielte Ergebnisse
Datenbank	Die WFF Datenbank wird mit den Daten, die vom FB2000 Adapter kommen, gefüllt. Es existieren Daten für den aktuellen Tag.	OK
	Es werden die Updatetabellen gefüllt. (direkter Check mit Datenbank Administrations-Tool)	OK
Adaptermodule	Adaptermodule starten ohne Fehlermeldung und stellen die Verbindung zu den Netzwerkkomponenten her.	OK
Vehicle Communication Server	VCS läuft, und wartet auf Datenpakete zu Verkehrslage und Auftragsverwaltung.	OK
Situation Server	Situation Server empfängt Positionsdaten von WFF-Fahrzeugen und von Flugzeugen. Nach Fusion werden diese an VCS und Verkehrslagedisplay verteilt.	OK
HMI-Einsatzzentrale	<i>Management-HMI</i>	
	Prüfen und Abarbeitung neuer Meldungen in Updatetabellen.	OK
	Es werden alle Flugpläne und Informationen geladen und im Flugplanfenster dargestellt.	OK
	Die vom Optimierer erstellten abzuarbeitenden Aufträge werden als offene Aufträge im Auftragsfenster dargestellt	OK
<i>Verkehrslage-HMI</i>		
	Es werden vom Situation Server Informationen über Objekte empfangen. Darstellung der Objekte auf dem Display.	OK
Optimierer	Check, ob neue Meldungen in der Updatetabelle für den Optimierer sind.	OK
	Abarbeiten durch Algorithmus und Ermitteln eines Vorschlages für die Ressourcenzuordnung.	OK
	Schreiben der offenen Aufträge in die Updatetabelle für das Management-HMI.	OK
Fahrzeugsystem	Verbinden zum GPS Empfänger und ermitteln der eigenen Position. Grüne Statusanzeige im Display.	OK
	Anmelden am WLAN und senden der Positionsdaten an VCS	OK
	Empfangen der fusionierten Verkehrslage und Darstellung auf dem Display. In Abhängigkeit der verfügbaren Informationen sind verschiedene Symbole zu erkennen.	OK
	Bei Netzverbindung grüne Statusanzeige.	OK
	Senden einer ersten „Frei“ Meldung.	OK
	Auftragsinfo zeigt „Kein Auftrag“.	OK

Tabelle 4: Gesamtsystem_FAT_4_Initialisierung

Gesamtsystem_FAT_5_Auftragszuweisung		
Check:	Korrekte Abarbeitung einer Auftragszuweisung.	
Voraussetzung:	Alle Teilsysteme wurden initialisiert und laufen.	
Überprüfung	Zu erwartende Ergebnisse	Erzielte Ergebnisse
HMI-Einsatzzentrale	<p><i>Management-HMI</i></p> <p>Ziehen eines Auftrages auf eine Ressource</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es wird ein Auftragsblock in dem Fenster „Auftragsübersicht“ generiert. Farbe orange als Status „Zugewiesen“ (noch keine Rückmeldung vom Fahrer). • Auftragsblock im Auftragsfenster „Auftragsübersicht“ wird auf der Zeitleiter entsprechend der EIBT oder EOBT positioniert. • Auftragsblock im Auftragsfenster „Aufträge“ bleibt in der Spalte „Offene Aufträge“, erhält aber den Status zugewiesen. Textfarbe der Fahrzeugnummer ändert sich von Grau zu Schwarz • Es wird ein Eintrag in der Updatetabelle für den Optimierer generiert, in dem die Zuweisung enthalten ist. 	<p>OK</p> <p>OK</p> <p>OK</p> <p>OK</p>
Datenbank	Nach Auftragszuweisung existiert ein neuer Eintrag in der Updatetabelle für den Optimierer.	OK
Optimierer	<p>Check ob neue Meldungen in der Updatetabelle für den Optimierer sind.</p> <p>Abarbeiten der neuen Meldung über die Zuweisung durch Algorithmus.</p> <p>Zusammenstellen einer Auftragsnachricht und Versenden des Auftrages an den VCS.</p>	<p>OK</p> <p>OK</p> <p>OK</p>
Vehicle Communication Server	<p>Empfang der Auftragsnachricht und dekodieren der Headerinformationen. (Info an welches Fahrzeug weitergeleitet werden muss)</p> <p>Weiterleiten der Nachricht an entsprechendes Fahrzeug.</p>	OK
Fahrzeugsystem	<p>Empfang und Dekodieren der über VCS gesendeten Nachricht.</p> <p>Darstellen der Auftragsbenachrichtigung auf Onboard-System mit Informationen zu zugewiesenem Auftrag.</p>	<p>OK</p> <p>OK</p>

Tabelle 5: Gesamtsystem_FAT_5_Auftragszuweisung

Gesamtsystem_FAT_6_Auftrag_Akzeptiert		
Check:	Verarbeitung der Bestätigung, dass der Fahrer einen Auftrag akzeptiert hat.	
Voraussetzung:	Es wurde ein Auftrag zugewiesen.	
Überprüfung	Zu erwartende Ergebnisse	Erzielte Ergebnisse
Fahrzeugsystem	<p>Fahrer akzeptiert den Auftrag durch Drücken der entsprechenden Schaltfläche</p> <ul style="list-style-type: none"> • Senden der Bestätigung an VCS • Ausblenden des Benachrichtigungsfensters • Darstellen der Auftragsinformationen im Infobereich • Markieren der nächsten anzufahrenden Position 	<p>OK</p> <p>OK</p> <p>OK</p> <p>OK</p>
Vehicle Communication Server	Empfang der Bestätigung und Weiterleiten an Optimierer.	OK
Optimierer	<p>Abarbeiten der neuen Meldung über die Bestätigung des Auftrages durch Algorithmus.</p> <p>Setzen des Status des Fahrzeuges auf „Belegt“ in der Updatetabelle für das Management-HMI.</p> <p>Setzen des Status des Auftrages auf „In Arbeit“ in der Updatetabelle für das Management-HMI.</p>	<p>OK</p> <p>OK</p> <p>OK</p>
Datenbank	Nach Bestätigung des Fahrers existieren neue Einträge zum Status des Auftrages und der Ressource.	OK
HMI-Einsatzzentrale	<p><i>Management-HMI</i></p> <p>Abarbeiten der neuen Einträge in der Updatetabelle des Management-HMI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auftragsblock in dem Fenster „Auftragsübersicht“ wird grün • Status des Fahrzeuges ändert sich von „frei“ auf „belegt“ • Auftragsblock im Auftragsfenster „Aufträge“ verschiebt sich von Spalte „Offenen Aufträge“ zu Spalte „Aufträge in Arbeit“ und erhält den Status „in Arbeit“ (grüner Text) 	<p>OK</p> <p>OK</p> <p>OK</p>

Tabelle 6: Gesamtsystem_FAT_6_Auftrag_Akzeptiert

Gesamtsystem_FAT_7_Auftrag_Abgelehnt		
Check:	Verarbeitung der Eingabe, dass der Fahrer einen Auftrag abgelehnt hat.	
Voraussetzung:	Es wurde ein Auftrag zugewiesen.	
Überprüfung	Zu erwartende Ergebnisse	Erzielte Ergebnisse
Fahrzeugsystem	Fahrer lehnt den Auftrag durch Drücken der entsprechenden Schaltfläche ab <ul style="list-style-type: none"> • Senden der Ablehnung an VCS • Ausblenden des Benachrichtigungsfensters 	OK OK
Vehicle Communication Server	Empfang der Ablehnung und Weiterleiten an Optimierer.	OK
Optimierer	Abarbeiten der neuen Meldung über die Ablehnung des Auftrages durch Algorithmus. Setzen des Status des Fahrzeuges auf „Wartung“ in der Updatetabelle HMI. Setzen des Status des Auftrages auf „Offen“ in der Updatetabelle HMI.	OK OK OK
Datenbank	Nach Ablehnung des Fahrers existieren neue Einträge zum Status des Auftrages und der Ressource.	OK
HMI-Einsatzzentrale	<i>Management-HMI</i> Abarbeiten der neuen Einträge in der Updatetabelle für das Management-HMI <ul style="list-style-type: none"> • Auftragsblock im Auftragsfenster „Aufträge“ bleibt in Spalte „Offene Aufträge“. Es ändert sich der Status von „Zugewiesen“ auf „Offen“ und der Ressourcenvorschlag ändert sich zu „Stand by“ (bleibt solange, bis neuer Ressourcenvorschlag von Optimierer kommt) • Status des Fahrzeuges ändert sich von „Frei“ auf „Wartung“ und das Fahrzeug wird in den inaktiven Bereich verschoben 	OK OK

Tabelle 7: Gesamtsystem_FAT_7_Auftrag_Abgelehnt

Gesamtsystem_FAT_8_Auftrag_Beendet_und_Frei		
Check:	Beendigung eines Auftrages durch den Fahrer.	
Voraussetzung:	Es wurde ein Auftrag akzeptiert. Der Fahrer hat die einzelnen Stationen einer Auftragsabarbeitung durchlaufen.	
Überprüfung	Zu erwartende Ergebnisse	Erzielte Ergebnisse
Fahrzeugsystem	Fahrer beendet Auftrag durch Drücken der entsprechenden Schaltfläche <ul style="list-style-type: none"> Nach Erreichen der Entladeposition erscheint der Dialog zum Auftragsende und Fahrer meldet „Beendet und frei“ Senden der Freimeldung an VCS Ausblenden des Auftragsende Fensters Darstellen der Meldung „Frei“ im Infobereich 	OK OK OK OK
Vehicle Communication Server	Empfang der Bestätigung und Weiterleiten an Optimierer.	OK
Optimierer	Verarbeiten der neuen Meldung über die Abarbeitung des Auftrages durch Algorithmus. Setzen des Status des Fahrzeuges auf „Frei“ in der Updatetabelle für das Management-HMI. Setzen des Status des Auftrages auf „Erledigt“ in der Updatetabelle für das Management-HMI.	OK OK OK
Datenbank	Nach Bestätigung des Fahrers existieren neue Einträge zum Status des Auftrages und der Ressource.	OK
HMI-Einsatzzentrale	<i>Management-HMI</i> Abarbeiten der neuen Einträge in der Updatetabelle für das Management-HMI <ul style="list-style-type: none"> Auftragsblock in dem Fenster „Auftragsübersicht“ wird weiß, bleibt aber als Historie bestehen Status des Fahrzeuges ändert sich von „Belegt“ auf „Frei“ Auftragsblock im Auftragsfenster „Aufträge“ wird aus Spalte „Aufträge in Arbeit“ gelöscht. 	OK OK OK

Tabelle 8: Gesamtsystem_FAT_8_Auftrag_Beendet_und_Frei

Gesamtsystem_FAT_9_Auftrag_Beendet_und_Pause		
Check:	Beendigung eines Auftrages durch den Fahrer und Melden einer Pause.	
Voraussetzung:	Es wurde ein Auftrag akzeptiert. Der Fahrer hat die einzelnen Stationen einer Auftragsabarbeitung durchlaufen.	
Überprüfung	Zu erwartende Ergebnisse	Erzielte Ergebnisse
Fahrzeugsystem	<p>Fahrer beendet Auftrag durch Drücken der entsprechenden Schaltfläche</p> <ul style="list-style-type: none"> Nach Erreichen der Entladeposition erscheint der Dialog zum Auftragsende und Fahrer meldet „Beendet und Pause“ Senden der Pausedmeldung an VCS Ausblenden des Auftragsende Fensters 	OK OK OK
Vehicle Communication Server	Empfang der Bestätigung und Weiterleiten an Optimierer	OK
Optimierer	<p>Verarbeiten der neuen Meldung über die Abarbeitung des Auftrages durch Algorithmus.</p> <p>Setzen des Status des Fahrzeuges auf „PAUSE“ in der Updatetabelle für das Management-HMI.</p> <p>Setzen des Status des Auftrages auf „Erledigt“ in der Updatetabelle für das Management-HMI.</p>	OK OK OK
Datenbank	Nach Bestätigung des Fahrers existieren neue Einträge zum Status des Auftrages und der Ressource.	OK
HMI-Einsatzzentrale	<p><i>Management-HMI</i></p> <p>Abarbeiten der neuen Einträge in der Updatetabelle für das Management-HMI</p> <ul style="list-style-type: none"> Auftragsblock in dem Fenster „Auftragsübersicht“ wird weiß, bleibt aber als Historie bestehen Status des Fahrzeuges ändert sich von „Belegt“ auf „Pause“ und wird in den Bereich für inaktive Fahrzeuge verschoben Auftragsblock im Auftragsfenster wird aus Spalte „Aufträge in Arbeit“ gelöscht. 	OK OK OK

Tabelle 9: Gesamtsystem_FAT_9_Auftrag_Beendet_und_Pause

Gesamtsystem_FAT_10_Auftrag_Unterbrochen		
Check:	Unterbrechen eines Auftrages.	
Voraussetzung:	Es wurde ein Auftrag akzeptiert.	
Überprüfung	Zu erwartende Ergebnisse	Erzielte Ergebnisse
Fahrzeugsystem	<p>Fahrer unterbricht Auftrag durch Drücken der entsprechenden Schaltfläche im Zusatzmenü</p> <ul style="list-style-type: none"> • Senden der Unterbrechungsmeldung an VCS • Infobereich zeigt weiterhin den unterbrochenen Auftrag • Statusmeldung „Auftrag unterbrochen!“ erscheint dauerhaft im Display. 	<p>OK</p> <p>OK</p> <p>OK</p>
Vehicle Communication Server	Empfang der Meldung und Weiterleiten an Optimierer	OK
Optimierer	<p>Verarbeiten der neuen Meldung über die Unterbrechung des Auftrages durch Algorithmus</p> <p>Setzen des Status des Auftrages auf „Unterbrochen“ in der Updatetabelle für das Management-HMI</p>	<p>OK</p> <p>OK</p>
Datenbank	Nach Unterbrechung des Fahrers existieren neue Einträge zum Status des Auftrages und der Ressource	OK
HMI-Einsatzzentrale	<p><i>Management-HMI</i></p> <p>Abarbeiten der neuen Einträge in der Updatetabelle für das Management-HMI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auftragsblock in dem Fenster „Auftragsübersicht“ wird rot • Auftragsblock im Auftragsfenster „Aufträge“ bleibt in Spalte „Aufträge in Arbeit“. Status ändert sich von „In Arbeit“ auf „Unterbrochen“ (Textfarbe Rot) 	<p>OK</p> <p>OK</p>

Tabelle 10: Gesamtsystem_FAT_10_Auftrag_Unterbrochen

Gesamtsystem_FAT_11_Auftrag_Abgebrochen		
<p>Check: Abbrechen eines Auftrages. Voraussetzung: Es wurde ein Auftrag akzeptiert.</p>		
Überprüfung	Zu erwartende Ergebnisse	Erzielte Ergebnisse
Fahrzeugsystem	<p>Fahrer bricht Auftrag durch Drücken der entsprechenden Schaltfläche im Zusatzmenü ab</p> <ul style="list-style-type: none"> • Senden der Abbruchmeldung an VCS • Darstellen der Meldung „kein Auftrag“ im Infobereich • Statusmeldung „Auftrag abgebrochen!“ erscheint einmalig im Display. 	<p>OK</p> <p>OK</p> <p>OK</p>
Vehicle Communication Server	Empfang der Meldung und Weiterleiten an Optimierer	OK
Optimierer	<p>Verarbeiten der neuen Meldung über den Abbruch des Auftrages durch Algorithmus.</p> <p>Setzen des Status des Auftrages auf „Abgebrochen“ in der Updatetabelle für das Management-HMI.</p>	<p>OK</p> <p>OK</p>
Datenbank	Nach Abbruch durch den Fahrer existieren neue Einträge zum Status des Auftrages und der Ressource.	OK
HMI-Einsatzzentrale	<p><i>Management-HMI</i></p> <p>Abarbeiten der neuen Einträge in der Updatetabelle für das Management-HMI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auftragsblock in dem Fenster „Auftragsübersicht“ wird rot • Auftragsblock im Auftragsfenster „Aufträge“ geht zurück in Spalte „Offene Aufträge“. Status ändert sich von „In Arbeit“ auf „Abgebrochen“ (Textfarbe Rot) • Status des Fahrzeugs ändert sich von „Belegt“ auf „Wartung“ und das Fahrzeug wird in den inaktiven Bereich verschoben 	<p>OK</p> <p>OK</p> <p>OK</p>

Tabelle 11: Gesamtsystem_FAT_11_Auftrag_Abgebrochen

Gesamtsystem_FAT_12_Auftrag_Wiederaufgenommen		
Check:	Wiederaufnahme eines Auftrages.	
Voraussetzung:	Es wurde ein Auftrag unterbrochen.	
Überprüfung	Zu erwartende Ergebnisse	Erzielte Ergebnisse
Fahrzeugsystem	<p>Fahrer nimmt den Auftrag wieder auf durch Drücken der entsprechenden Schaltfläche im Zusatzmenü</p> <ul style="list-style-type: none"> • Senden der Wiederaufnahmemeldung an VCS • Statumeldung „Wiederaufnahme gemeldet!“ erscheint einmalig im Display 	OK OK
Vehicle Communication Server	Empfang der Meldung und Weiterleiten an Optimierer.	OK
Optimierer	<p>Verarbeiten der neuen Meldung über die Wiederaufnahme des Auftrages durch Algorithmus.</p> <p>Setzen des Status des Auftrages auf „In Arbeit“ in der Updatetabelle für das Management-HMI.</p>	OK OK
Datenbank	Nach Wiederaufnahme des Fahrers existieren neue Einträge zum Status des Auftrages und der Ressource.	OK
HMI-Einsatzzentrale	<p><i>Management-HMI</i></p> <p>Abarbeiten der neuen Einträge in der Updatetabelle für das Management-HMI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auftragsblock in dem Fenster „Auftragsübersicht“ wird grün • Auftragsblock im Auftragsfenster „Aufträge“ bleibt in Spalte „Aufträge in Arbeit“. Status ändert sich von „Unterbrochen“ auf „In Arbeit“ (Textfarbe Grün) 	OK OK

Tabelle 12: Gesamtsystem_FAT_12_Auftrag_Wiederaufgenommen

Gesamtsystem_FAT_13_Frei_gemeldet		
Check:	Frei gemeldet.	
Voraussetzung:	Es liegt kein Auftrag vor und der Zustand ist nicht frei.	
Überprüfung	Zu erwartende Ergebnisse	Erzielte Ergebnisse
Fahrzeugsystem	Fahrer meldet sich Frei durch Drücken der entsprechenden Schaltfläche im Zusatzmenü <ul style="list-style-type: none"> • Senden der Freimeldung an VCS • Statumeldung „Frei gemeldet!“ erscheint einmalig im Display 	OK OK
Vehicle Communication Server	Empfang der Meldung und Weiterleiten an Optimierer.	OK
Optimierer	Verarbeiten der neuen Meldung über den geänderten Zustand des Fahrzeugs durch Algorithmus. Setzen des Status des Fahrzeugs auf „Frei“ in der Updatetabelle für das Management-HMI.	OK OK
Datenbank	Nach Freimeldung des Fahrers existieren neue Einträge zum Status der Ressource.	OK
HMI-Einsatzzentrale	<i>Management-HMI</i> Abarbeiten der neuen Einträge in der Updatetabelle für das Management-HMI <ul style="list-style-type: none"> • Status des Fahrzeuges ändert sich in dem Fenster „Auftragsübersicht“ auf „Frei“ 	OK

Tabelle 13: Gesamtsystem_FAT_13_Frei_gemeldet

Gesamtsystem_FAT_14_Pause_gemeldet		
Check:	Pause gemeldet.	
Voraussetzung:	Es liegt kein Auftrag vor und der Zustand ist nicht Pause.	
Überprüfung	Zu erwartende Ergebnisse	Erzielte Ergebnisse
Fahrzeugsystem	Fahrer meldet Pause durch Drücken der entsprechenden Schaltfläche im Zusatzmenü <ul style="list-style-type: none"> • Senden der Pausedmeldung an VCS • Statumeldung „Pause gemeldet!“ erscheint einmalig im Display 	OK OK
Vehicle Communication Server	Empfang der Meldung und Weiterleiten an Optimierer.	OK
Optimierer	Verarbeiten der neuen Meldung über die Pause der Resource. Setzen des Status der Resource auf „Pause“ in der Updatetabelle für das Management-HMI.	OK OK
Datenbank	Nach der Meldung des Fahrers existieren neue Einträge zum Status des Auftrages und der Ressource.	OK
HMI-Einsatzzentrale	<i>Management-HMI</i> Abarbeiten der neuen Einträge in der Updatetabelle für das Management-HMI <ul style="list-style-type: none"> • Status des Fahrzeuges ändert sich in dem Fenster „Auftragsübersicht“ auf „Pause“ und wird in den Bereich für inaktive Fahrzeuge verschoben 	OK

Tabelle 14: Gesamtsystem_FAT_14_Pause_melden

Gesamtsystem_FAT_15_kontinuierliche_Verkehrslage		
Check:	Überprüfen der korrekten und kontinuierlichen Darstellung der Verkehrslage.	
Voraussetzung:	Alle Teilsysteme laufen.	
Überprüfung	Zu erwartende Ergebnisse	Erzielte Ergebnisse
Anbindung A-SMGCS	Der Datenempfang läuft und wird auf der Oberfläche des Programmmoduls angezeigt. Die Wiederholrate liegt bei ca. 1 Sekunde. Dekodieren der Daten entsprechend der definierten Spezifikationen (Asterix-CAT11) erfolgt.	OK
Vehicle Communication Server	VCS erhält sekundlich Datenpakete von allen Fahrzeugen. (angemeldete Fahrzeuge und empfangene Datenpakete können beim Test auf Programmoberfläche überwacht werden)	OK
	VCS erhält sekundlich die fusionierte Verkehrslage vom Situation Server und sendet diese an alle angemeldeten Fahrzeuge.	OK
Situation Server	Die fusionierten Datenpakete enthalten Luftfahrzeuge und WFF-ausgerüstete Fahrzeuge. Versenden der Daten an das Verkehrslagedisplay und den VCS.	OK
HMI-Einsatzzentrale (Verkehrslage)	Auf dem Verkehrslagedisplay werden neben der Karte auch dynamische Objekte angezeigt. Für sich bewegende Objekte ändert sich die Position 1x pro Sekunde.	OK
	Die Objekte bewegen sich auf den Bereichen der Flughafenkarte.	OK
	Die Position der Objekte auf dem Display stimmt mit denen der realen Luftfahrzeuge und Fahrzeuge überein. (Check durch Aussensicht aus Testfahrzeugen)	OK
Fahrzeugsystem	Das Onboardsystem sendet 1 mal pro Sekunde die durch das GPS ermittelte Position an den VCS.	OK
	Auf der Karte ist die selbstermittelte Position durch ein grünes Dreieck zu erkennen.	OK
	Sind auf der Karte andere Objekte zu erkennen, wird die fusionierte Verkehrslage auch an das Fahrzeugsystem übertragen.	OK
	Unter dem grünen Symbol für die eigene Position ist ein Kreis, der die Position des Fahrzeugs aus der fusionierten Verkehrslage darstellt. Diese sollten übereinander liegen.	OK

Tabelle 15: Gesamtsystem_FAT_15_kontinuierliche_Verkehrslage



5 Zusammenfassung Testergebnisse

Mit den Tests wurden die von den Partnern entwickelten Einzel-Komponenten im Zusammenspiel überprüft. Es konnte nachgewiesen werden, dass die erarbeiteten und implementierten Schnittstellen korrekt umgesetzt wurden und damit die Kommunikation zwischen den Teilkomponenten erfolgreich war. Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass die Anbindung an die operationellen Systeme korrekt umgesetzt wurde und die Nutzung der Infrastruktur (Testplattform, WLAN, Groundstarsarbeitsplatz) funktionierte.

Als erstes Ergebnis konnte nachgewiesen werden, eine Gesamtverkehrslage aus A-SMGCS und Fahrzeugsystem zu erzeugen und diese sowohl auf einem Verkehrslagedisplay als auch an Board der Fahrzeuge darstellen zu können. Das System hat gezeigt, dass eine wie im A-SMGCS üblich Wiederholrate von 1 Sekunde auch für das WFF-System zu erreichen ist und somit eine kontinuierliche Darstellung des Verkehrs zu erreichen, die eine entsprechende Disposition ermöglicht.

Das zweite Ergebnis ist der Nachweis einer Managementfunktionalität mit integrierter Optimierung. Durch die verschiedenen Tests der Eingaben von Fahrer und Disponent wurden die operationellen Aspekte bei der Disposition berücksichtigt und überprüft.

Die Factory Acceptance Tests der Einzelkomponenten und des Gesamtsystems haben gezeigt, dass die Installation eines Fahrzeugmanagement-System mit der heutigen Technologie technisch realisierbar ist.



Tabelle 2: Gesamtsystem_FAT_2_Datenanbindung.....	10
Tabelle 3: Gesamtsystem_FAT_3_Systemstart	11
Tabelle 4: Gesamtsystem_FAT_4_Initialisierung.....	12
Tabelle 5: Gesamtsystem_FAT_5_Auftragszuweisung	13
Tabelle 6: Gesamtsystem_FAT_6_Auftrag_Akzeptiert.....	14
Tabelle 7: Gesamtsystem_FAT_7_Auftrag_Abgelehnt	15
Tabelle 8: Gesamtsystem_FAT_8_Auftrag_Beendet_und_Frei	16
Tabelle 9: Gesamtsystem_FAT_9_Auftrag_Beendet_und_Pause	17
Tabelle 10: Gesamtsystem_FAT_10_Auftrag_Unterbrochen.....	18
Tabelle 11: Gesamtsystem_FAT_11_Auftrag_Abgebrochen	19
Tabelle 12: Gesamtsystem_FAT_12_Auftrag_Wiederaufgenommen	20
Tabelle 13: Gesamtsystem_FAT_13_Frei_gemeldet	21
Tabelle 14: Gesamtsystem_FAT_14_Pause_melden	22
Tabelle 15: Gesamtsystem_FAT_15_kontinuierliche_Verkehrslage.....	23