

Vorhaben

**@MOST-G**

Teilvorhaben

**Wireless Sensor Network Infrastructure and Software  
(SWAN-TGS)**

**&**

**SoA Air-Ground Communications Infrastructure  
(SO4A-TGS)**

# **Schlussbericht**



**TriaGnoSys GmbH**

---

## 0 Projekt- und Dokumentinformationen

### 0.1 Projektinformationen

<b>Verbundprojekt</b>	Aircraft Total Maintenance Operations, Solution & Technologies Program – Germany (@MOST-G)
<b>Verbundprojektleiter</b>	Airbus Operations GmbH
<b>Teilvorhaben</b>	Wireless Sensor Network Infrastructure and Software (SWAN-TGS) & SoA Air-Ground Communications Infrastructure (SO4A-TGS)
<b>Auftraggeber</b>	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
<b>Projektträger</b>	DLR Projektträger Luftfahrtforschung und -technologie
<b>Förderkennzeichen</b>	20K0801F
<b>Projektlaufzeit</b>	01.12.2010 – 30.06.2012 (19 Monate)
<b>TriaGnoSys Projektleiter</b>	Dr. Markus Werner

### 0.2 Dokumentinformationen

Version	Revision	Datum	Änderung/Status	Editor
1	0	15.06.2013	Finale öffentliche Version	Markus Werner

<b>Autoren</b>	Nuria Riera, Emeric Dupont, Frank Kühndel, Alvaro Valcarce, Markus Werner	TriaGnoSys GmbH
<b>Geprüft</b>	Matthias Holzbock	TriaGnoSys GmbH
<b>Genehmigt</b>	Markus Werner	TriaGnoSys GmbH

## Inhaltsverzeichnis

<b>0</b>	<b>Projekt- und Dokumentinformationen</b>	<b>2</b>
0.1	Projektinformationen	2
0.2	Dokumentinformationen	2
	<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	<b>Kurzdarstellung des Vorhabens</b>	<b>4</b>
1.1	Aufgabenstellung	4
1.1.1	Aufgabenstellung des Verbundvorhabens	4
1.1.2	Aufgabenstellung des Teilvorhabens	5
1.2	Voraussetzungen der Durchführung	6
1.3	Planung und Ablauf	7
1.4	Stand der Technik	10
1.5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen	12
<b>2</b>	<b>Eingehende Darstellung des Vorhabens</b>	<b>14</b>
2.1	Detaillierte Darstellung der Ergebnisse – Teilprojekt SWAN	14
2.1.1	AP 220: Interfaces	14
2.1.2	AP 310: Validation Platform Specification	14
2.1.3	AP 320: Lower Layer Node/Board Development	21
2.1.4	AP 330: Networking Software and Server Development	22
2.1.5	AP 340: Application/Client Software Development	24
2.1.6	AP 350: Localisation	25
2.1.7	AP 410: Test Cases	30
2.1.8	AP 420: Integration of Validation Platform	30
2.1.9	AP 440: Test&Lab Trials	34
2.2	Detaillierte Darstellung der Ergebnisse – Teilprojekt SO4A	36
2.2.1	AP 131: Funktionale Architektur	36
2.2.2	AP 132: Funktionale Architektur für Kommunikationsinfrastruktur	36
2.2.3	AP 141: Erstellung Funktionsmuster der Kommunikationsinfrastruktur	38
2.3	Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	42
2.4	Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit	42
2.5	Voraussichtlicher Nutzen und Verwertung der Ergebnisse	43
2.6	Während des Vorhabens bekannt gewordener Fortschritt Dritter	45
2.7	Veröffentlichungen der Ergebnisse	45
	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>46</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>47</b>

# 1 Kurzdarstellung des Vorhabens

Das vorliegende Dokument ist der Abschlussbericht zu zwei thematischen Teilprojekten, die TriaGnoSys nach der Umstellung des Verbundvorhabens „Aircraft Total Maintenance Operations, Solution & Technologies Program – Germany @MOST-G“ als eigenständiger Verbundpartner (und nicht mehr wie zuvor als Unterauftragnehmer von Airbus) fortführte und abschloss.

Die beiden Teilprojekte (SWAN-TGS und SO4A-TGS) waren formell und vertraglich in einem Teilvorhaben von TriaGnoSys gebündelt.

## 1.1 Aufgabenstellung

### 1.1.1 Aufgabenstellung des Verbundvorhabens

Das gemeinsame Ziel aller Forschungspartner innerhalb des Vorhabens @MOST-G ist das Erarbeiten neuer Lösungen für den Bereich der Flugzeugwartung und der technischen Unterstützung zur Aufrechterhaltung der Betriebstüchtigkeit einer modernen Flugzeugflotte. Ein Flottenbetrieb ist hierbei umso effizienter, je kürzer ein Flugzeug am Boden steht und je länger es in der Luft unterwegs sein kann. Ein Hauptgrund für unnötige Bodenstandzeiten sind überlange Wartungsarbeiten, die wiederum durch unflexible, manuelle Wartungsprozesse herbeigeführt werden können. Zwei verschiedene Aspekte können hierbei zur unnötigen Verlängerung von Wartungszyklen führen:

- unzureichende Datenlage über die durchzuführenden Wartungsarbeiten;
- ineffizientes Zusammenspiel der an der Wartungskette beteiligten Partner.

Das Teilprojekt **@MOST-SWAN** adressiert den Aspekt der unzureichenden Datenlage, die oftmals bereits vor Beginn der eigentlichen Wartungsarbeiten besteht. In einem konventionellen, voll manuellen Wartungsprozess geht im Schadensfall beispielsweise durch die nötige Problemdiagnose schon wertvolle Zeit verloren. Auf andere Art und Weise können Wartungskosten entstehen, wenn unnötige manuelle Inspektionen nach starren Wartungsintervallen durchgeführt werden, obwohl aktuell kein Wartungsbedarf entsteht. Hier setzt das im Teilprojekt @MOST-SWAN zu untersuchende drahtlose Sensornetzwerk an, welches für den zukünftigen Einsatz in Großraum-Flugzeugen gedacht ist. Die Datenlage über durchzuführende Wartungsarbeiten soll verbessert werden, indem durch die Knoten des Sensornetzwerks möglichst lückenlos Zustandsparameter einzelner Flugzeugkomponenten überwacht werden. Die stetige Auswertung von gemessenen Zustandsparametern vermindert den Wartungsaufwand, indem z.B. manuelle Diagnosearbeiten unterstützt und minimiert werden. Ein rechtzeitiges Erkennen unerwünschter Zustandsparameter von Flugzeugen kann zur Voraussage anstehender Wartungsoperationen eingesetzt werden und vermindert die Anzahl unnötiger und teurer Routinekontrollen.

Moderne Prozesse für die Flugzeugwartung erfordern eine ausgeklügelte logistische Kette, entlang derer die reibungslose Zusammenarbeit verschiedenster Partner ermöglicht sein muss. Luftfahrtgesellschaften, Flugzeug- und Systemhersteller, Wartungsdienstleister, Logistik-Anbieter, Flughafenbetreiber und viele andere sind auf den umfangreichen Austausch wartungsrelevanter Informationen angewiesen. Um eine effiziente Disposition von Wartungsressourcen zu gewährleisten, wird in der Architektur von Enterprise Software für

das Supply-Chain-Management das Prinzip einer dienstorientierten Architektur (engl. SOA = Service-Oriented Architecture) bereits eingesetzt. Das Teilprojekt **@MOST-SO4A** (Service-Oriented Architecture Application for Airlines & Aircraft) befasst sich daher unter Nutzung von SOA-Paradigmen – zusammen mit der Integration von ereignisbasierten Informationen – mit der Entwicklung von innovativen dienstorientierten Systemarchitekturen für den Flottenbetrieb, die zur Optimierung und Integration durchgehender Instandhaltungs- und logistischer Unterstützungsprozesse verwendet werden sollen. Diese sollen dann zudem für das gesamte Partnernetzwerk im Sinne einer effizienten, flexiblen und erweiterbaren Plattformlösung nutzbar gemacht werden. Als Basis hierfür kommt der Definition, Modellierung und Simulation dieser komplexen Prozesse und Dienste sowie der Erstellung einer entsprechenden integrierten Validationsplattform entscheidende Bedeutung zu.

### 1.1.2 Aufgabenstellung des Teilvorhabens

Die Aufgabenstellung und insbesondere die wissenschaftlichen-technischen Ziele der Teilvorhaben SWAN-TGS und SO4A-TGS sind eng mit denen des gesamten Verbundvorhabens verknüpft. Die spezifische Aufgabenstellung sowie die wichtigsten Ziel für die beiden Teilprojekte von TriaGnoSys sind im folgenden aufgeführt.

#### SWAN-TGS

Der größere Anteil der TGS-Arbeiten liegt im Teilprojekt SWAN. Insbesondere werden folgende wissenschaftlich-technischen Ziele verfolgt:

- Vervollständigung einer detaillierten Schnittstellenbeschreibung (mit Fokus Softwarearchitektur) für das gesamte Wireless Sensor Network (WSN);
- Erweiterung der funktionalen Softwarearchitektur hinsichtlich der neu hinzugekommenen location awareness Funktionalität;
- insbesondere im Zusammenhang mit der Lokalisierung eine Überprüfung/Konsolidierung einer synergetischen Zusammenführung mit SO4A;
- maßgebliche Beiträge zur Spezifikation des Technologiedemonstrators / der Validationsplattform;
- Design, Implementierung, Test und Validierung des Wireless Data Concentrator (WDC);
- Design, Implementierung, Test und Validierung der Kommunikationssoftware mit besonderem Fokus auf Routingprotokollen und Server-/Netzkontrollfunktionen;
- Entwicklung einer generischen Klientensoftware für den flexiblen adaptiven Einsatz in vielfältigen künftigen Sensor- und Aktuatoranwendungen/-szenarien;
- Aufbau und Betrieb des Referenz-Testlabors für das Gesamtsystem.

#### SO4A-TGS

Im Teilprojekt SO4A fokussiert sich TGS auf folgende wissenschaftlich-technischen Ziele:

- Entwurf der Infrastruktur. Dieser Entwurf umfasst die Definition von Basisdiensten, die für eine funktionierende Infrastruktur erforderlich sind. Dazu zählen u.a. ein einheitliches Dienstverzeichnis, Verfahren für die Nachrichtenübermittlung, sowie die Definition von Verfügbarkeit und Sicherheit;
- Forführung der Unterstützung bei Modellierung von air-ground links für ML Designer Implementierung;