

Grenzüberschreitender Austausch von Raumfahrzeugdaten zur sicheren und effizienten Durchführung von Weltraumaktivitäten

Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress 2021, Bremen und Online

Carmo Klünker

Sven Kaltenhäuser

Dr. Dirk-Roger Schmitt

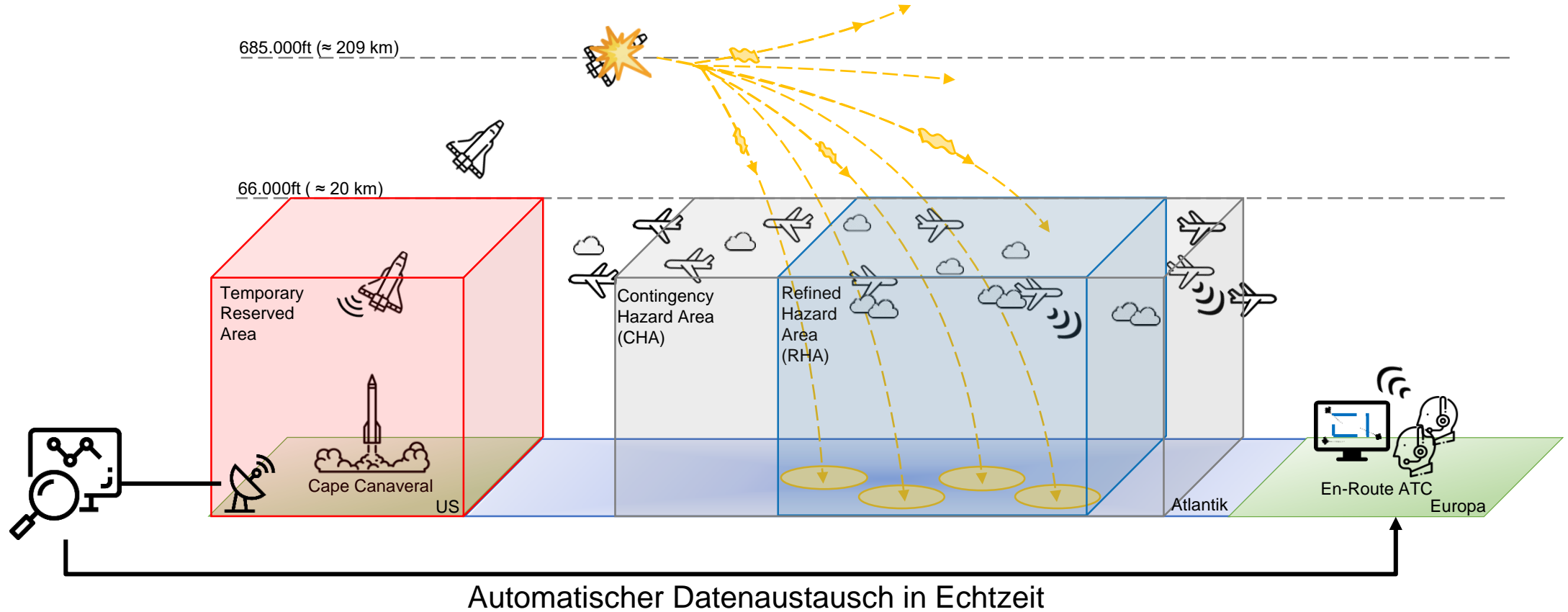
2. September 2021

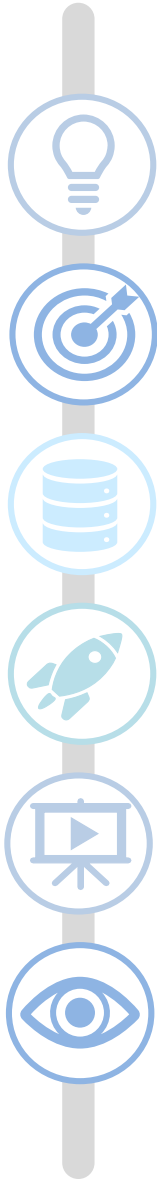


Wissen für Morgen



Wieso ist ein Echtzeitaustausch von Raumfahrzeugdaten notwendig?





Idee

Leitfragen

Datenformate & Daten

Szenarien

Demonstrationen

Fazit & Ausblick

2018 DLR-FAA Data Exchange Project

Interoperabler Datenaustausch für sichere und effiziente Abläufe beim Start und Wiedereintritt



2018 DLR-FAA DEP – Idee



Demonstration einer Möglichkeit zur Integration des STM in das ATM durch einen automatischen **Austausch von Raumfahrzeugdaten** zwischen **Betreibern** und Flugsicherungsdienstleistern (**ANSP**), um das **Situationsbewusstsein** und die **Reaktionsfähigkeit** auf nicht-nominale Ereignisse bei der Durchführung von Weltraumaktivitäten zu **steigern**, bei zeitgleicher **Aufrechterhaltung der Sicherheit**.



2018 DLR-FAA DEP – Leitfragen

1

Welche Daten sollten bei kommerziellen Starts und Wiedereintritten ausgetauscht werden?

2

In welchem Zeitrahmen (vor, während und nach kommerziellen Raumfahrtaktivitäten) müssen die Daten ausgetauscht werden?

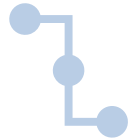
3

Welchen Nutzen haben die ausgetauschten Daten?



2018 DLR-FAA DEP – Datenformate & Daten

1 Welche Daten sollten bei kommerziellen Starts und Wiedereintritten ausgetauscht werden?



Methode: FAA Research and Development
System Wide Information Management System (FAA R&D SWIM).



Format: Die Methode bestimmt das Format und hat zwei konkrete SWIM-Nachrichten zur Folge:

- **LRVTSS**: Launch Reentry Vehicle Tracking and Status Service
- **AHAMS**: Aircraft Hazard Area Message Service



2018 DLR-FAA DEP – Datenformate & Daten

2

In welchem Zeitrahmen (vor, während und nach kommerziellen Raumfahrtaktivitäten) müssen die Daten ausgetauscht werden?

VOR

- Missionsbriefing
 - Name
 - Betreiber
 - Startplatz
 - Startdatum
 - Startzeit
- Geplante Trajektorie
- Contingency Hazard Areas (CHAs)
- Liste der Missionsereignisse

WÄHREND

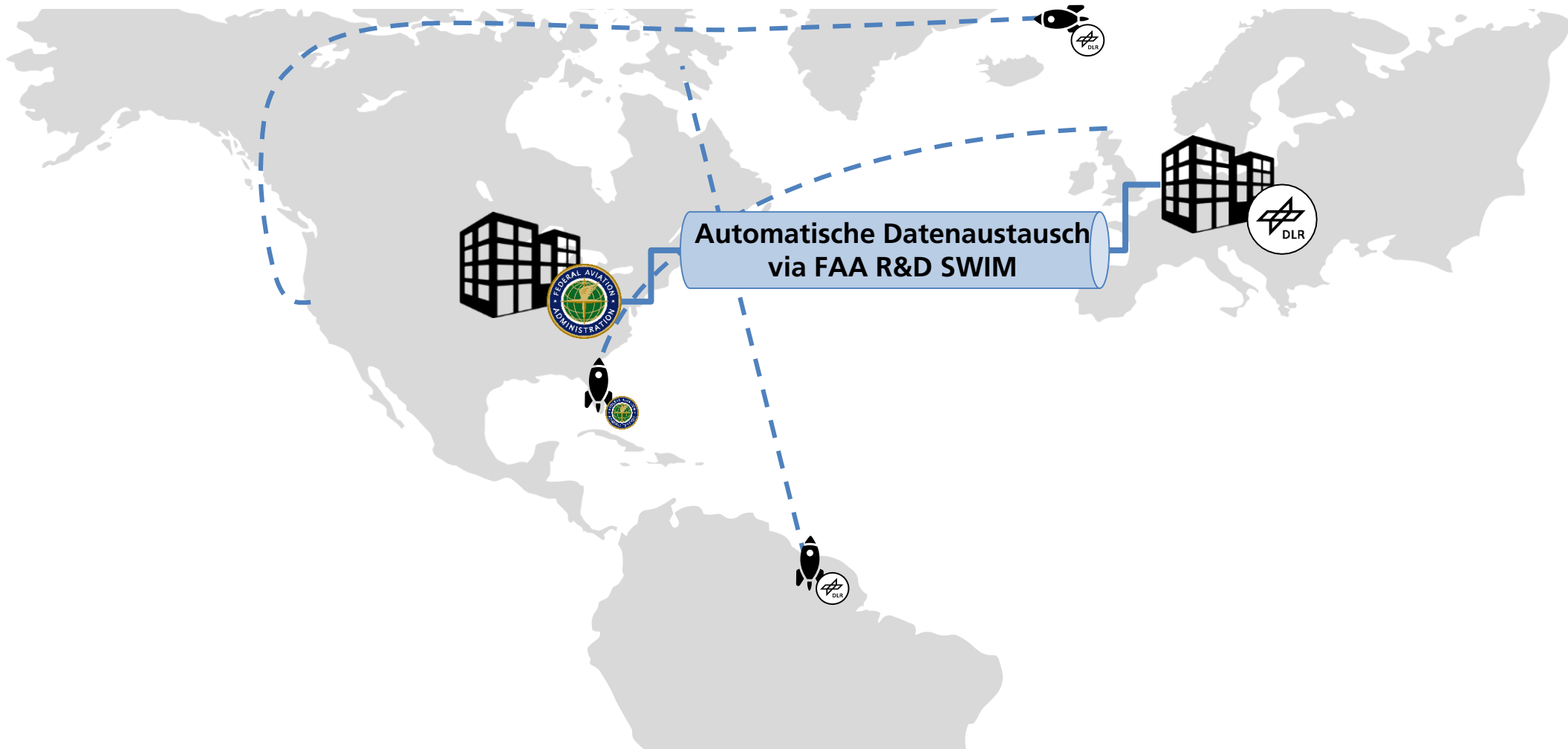
- Tatsächliche Trajektorie
- Missionsereignisse
- Refined Hazard Area (RHA) im Falle eines nicht-nominalen Ereignisses

NACH

- Datenanalyse mit Fokus auf die Geschwindigkeit des Datenaustauschs (Zeitachsen) und die SWIM-Verbindung (producer-consumer)
- Lessons Learned



2018 DLR-FAA DEP – Szenarien

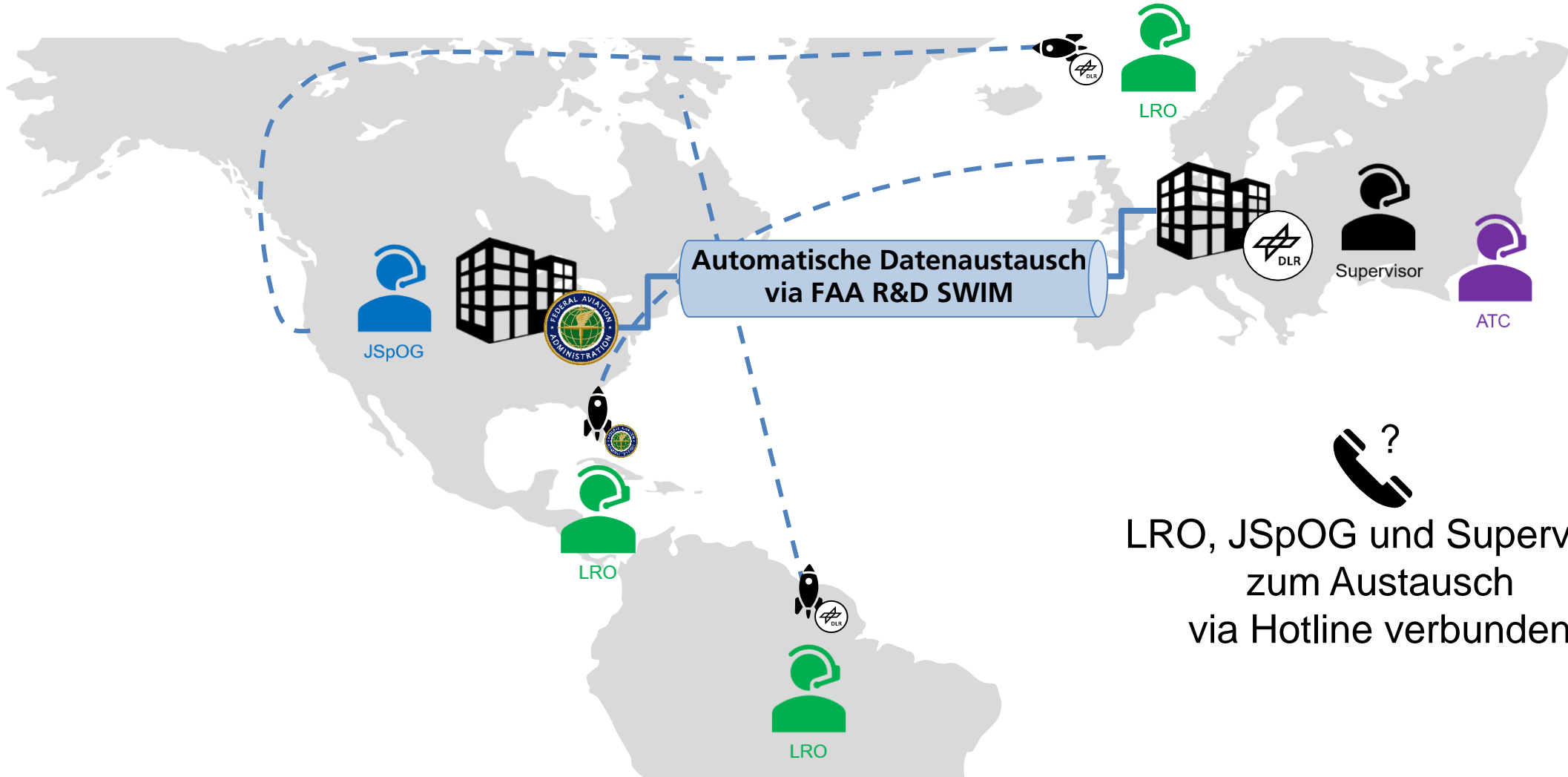


2018 DLR-FAA DEP – Szenarien

	US-nach-EU	EU-nach-US
NOMINAL	<p>Rocket Launch (Bemannt)</p> <p>Cape Canaveral</p>	<p>Soyuz (Fracht)</p> <p>Kourou</p> <p>SpaceLiner (Bemannt)</p> <p>Deutschland – US Westküste</p>
NICHT-NOMINAL	<p>Loss of Signal (Bemannt)</p> <p>On-Trajectory Explosion (Fracht)</p> <p>Abort (Bemannt)</p> <p>Cape Canaveral</p>	<p>Loss of Signal (Fracht)</p> <p>On-Trajectory Explosion (Fracht)</p> <p>Kourou</p> <p>Diversion (Bemannt)</p> <p>Deutschland – US Westküste</p>



2018 DLR-FAA DEP – Demonstrationen: Simulationsrollen



LRO, JSpOG und Supervisor
zum Austausch
zum Austausch
via Hotline verbunden.



2018 DLR-FAA DEP – Demonstrationen: Werkzeuge

The image displays two software interfaces. On the left is the Space Operations Dashboard (SOD), which includes a briefing panel with mission details (Mission Time: T+ 00:05:07, UTC 09:59:07), a trajectory map, speed and altitude graphs, and a checklist. On the right is the Space Data Integrator (SDI), featuring an event list, system status, and enhanced space data display with various charts like Altitude vs Range and Altitude vs Time. Both interfaces include a supervisor icon and a DLR logo.

Space Operations Dashboard (SOD)

Space Data Integrator (SDI)

Prototypen zur Missionsüberwachung

The image shows the Traffic & Trajectory Visualization (TTV) interface, which displays a map of the United States with various flight paths and trajectories overlaid. It includes a DLR logo and a supervisor icon.

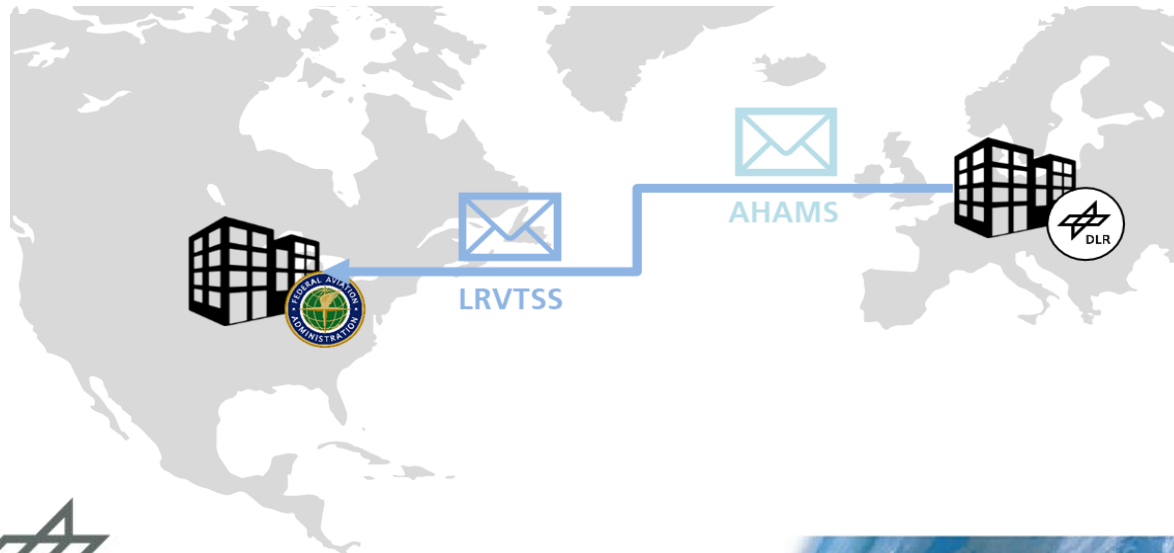
Traffic & Trajectory Visualization (TTV)



2018 DLR-FAA DEP – Demonstrationen: Ergebnisse

Sequenz: LOS erkannt – Analyse der Situation / Kommunikation über Hotline – LRO bestätigt Zeitpunkt des LOS – RHA generiert – RHA übermittelt – RHA empfangen.

Dauer Sequenzdurchlauf: **37-62 Sekunden**
Generierung und Übermittlung der RHA: **1-2 Sekunden**



	US-nach-EU		
	Loss of Signal (LOS)	On-Trajectory Explosion	Abort
LOS erkannt	13:54:30	14:54:30	15:19:29
RHA generieren	13:55:23	14:55:31	15:20:05
Empfang der RHA	13:55:25	14:55:32	15:20:06
Time LOS-Empfang	55 s	62 s	37 s

Übermittlungsfehler beim FAA R&D SWIM System
→ **Unterschiede Producer-Consumer**

SWIM Fehlerbehandlung durchgeführt → Fehler lokalisiert und behoben → **Weitere Tests zeigten eine korrekte Datenverarbeitung durch SWIM.**

2018 DLR-FAA DEP – Nutzen

3 Welchen Nutzen haben die ausgetauschten Daten?

- **Bereitstellung von Informationen** für die Verkehrsflusssteuerung, die Flugverkehrskontrollzentren und die Fluglotsen.
- **Verbessertes Situationsbewusstsein** für das ATM.
- **Verfügbarkeit** der Daten bezgl. Raumfahrzeugposition, Status, CHAs und RHAs **in Echtzeit**.
- Voraussetzung und Grundlage für **höhere Automatisierungsgrade**.



2018 DLR-FAA DEP – Fazit & Ausblick

Ergebnisse in Kurzform

- Kommerzielle Raumfahrzeugdaten können **in Echtzeit** während Starts und Wiedereintritten ausgetauscht und für das ATM genutzt werden.
- Das Konzept ist auf andere Operationen / Länder **übertragbar**.



Ausblick

- Internationale Vereinbarungen wie das demonstrierte Konzept in den **realen Betrieb überführt** werden kann.
- **Integration** des Konzepts **in die Prozesse und Verfahren** des ATM für den nationalen und internationalen Betrieb.
- Internationale **standardisierte Methoden** zur Risikobewertung und Berechnung von Gefahrengebieten.



Grenzüberschreitender Austausch von Raumfahrzeugdaten zur sicheren und effizienten Durchführung von Weltraumaktivitäten

Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress 2021, Bremen und Online

Carmo Klünker

Sven Kaltenhäuser

Dr. Dirk-Roger Schmitt

2. September 2021

VIELEN DANK!

