

Space and Air Traffic Integration

Spaceplanes und Spaceports in Deutschland

Michael Drews, Frank Morlang, Jens Hampe,
Sven Kaltenhäuser, Jörn Jakobi, Dirk-Roger Schmitt



Spaceplanes und Spaceports



Was ist gemeint?

Spaceplanes sind neuartige kombinierte Luft-/Raumfahrzeuge, die mit Überschallgeschwindigkeit in den Weltraum starten und antriebslos zur Erde zurückkehren

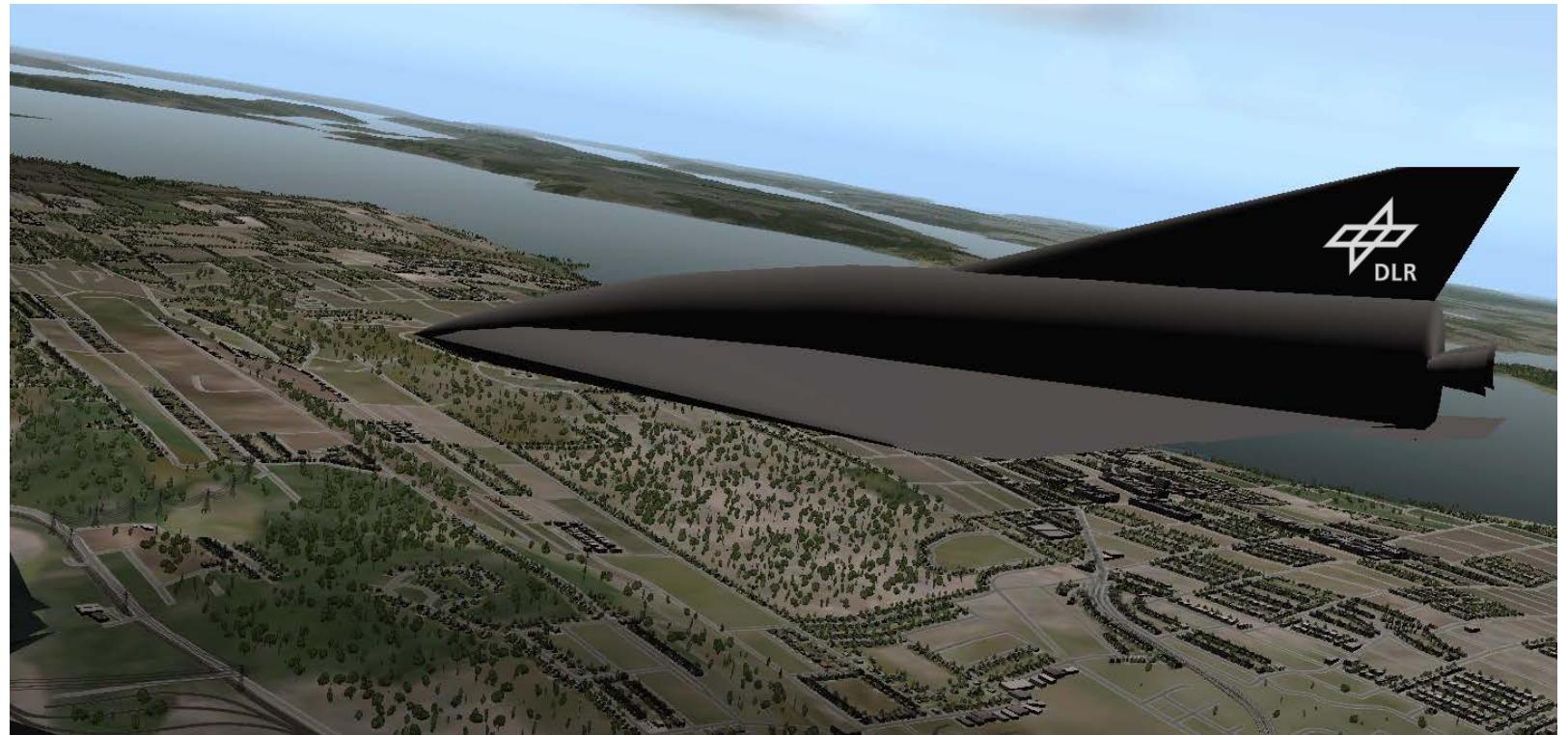
Spaceports sind Flughäfen für Starts und Landungen von Spaceplanes

Spaceplanes als Chance



Dieser zusätzliche Verkehr stellt eine Chance für den Standort Deutschland dar, kann sich aber auch auf den Luftverkehr auswirken.

Daher untersucht das DLR, wie der neuartige Flugverkehr sicher integriert werden kann.



Integration von Spaceplanes in den Luftverkehr



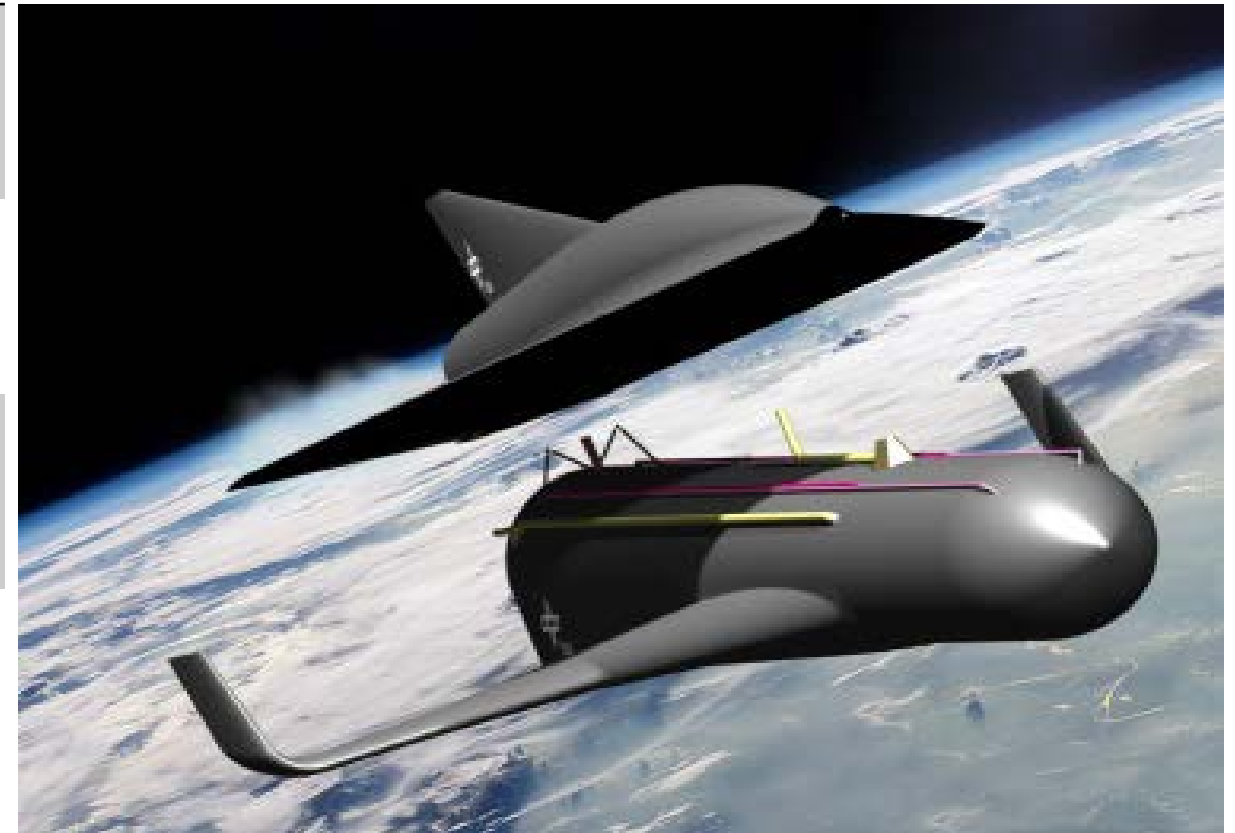
Forschungsfragen

Wie muss die Flugsicherung angepasst werden?

Braucht man spezielle Sicherheitszonen im Luftraum?

Wie sehen effiziente und nachhaltige Spaceports aus?

Wie können neue Verfahren angemessen untersucht und validiert werden?



Integration von Spaceplanes in den Luftverkehr



Forschungsziel

Nahtlose, effiziente und sichere Integration
von Luft- und Raumfahrt

Herausforderung

Ausreichender Sicherheitsabstand zwischen Luftverkehr und Spaceplanes
in allen relevanten Flugphasen und dabei möglichst geringe Beeinträchtigung des
regulären Luftverkehrs

Luftverkehrsmanagement für Flugzeuge und Spaceplanes



Gibt es einen Unterschied?

Spaceplanes (aktuelle Situation)

Kein Flugplan bei der Flugsicherung

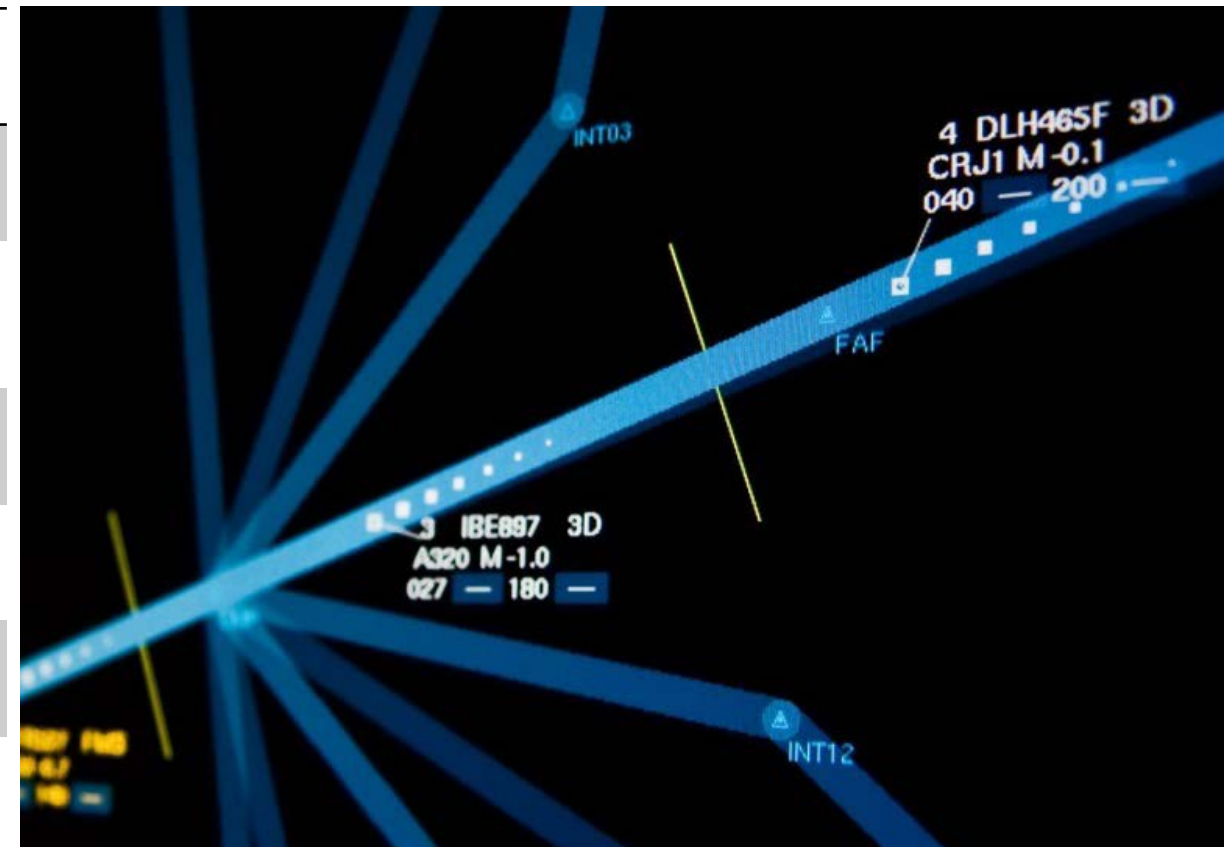
Begrenzte Ausweichmöglichkeiten zum Luftverkehr

Globaler Betrieb

Flugrouten weniger genau vorhersagbar

Starts und Landungen oft stark verzögert

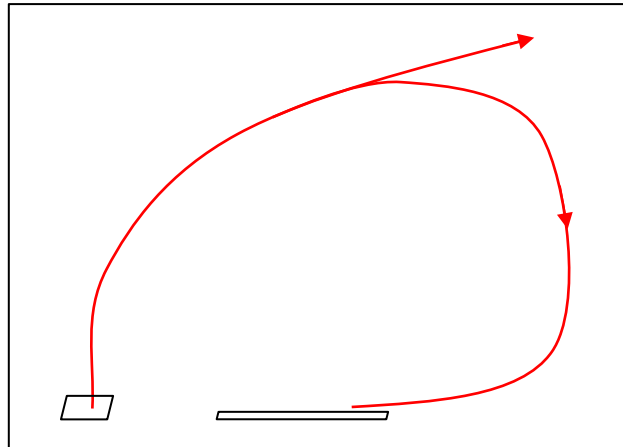
Abweichende Sicherheitsstandards



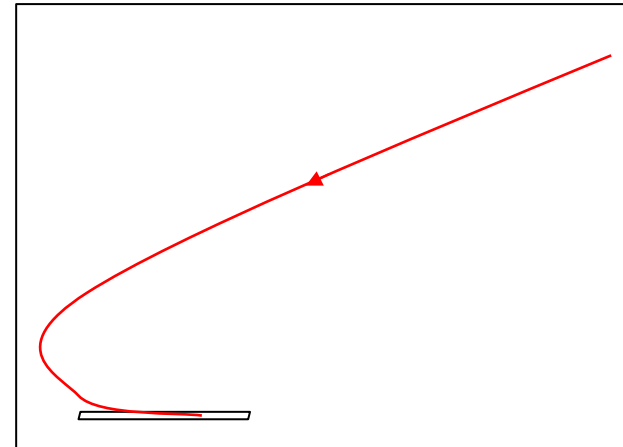
Forschungsrelevante Flugphasen im Betrieb von Spaceplanes



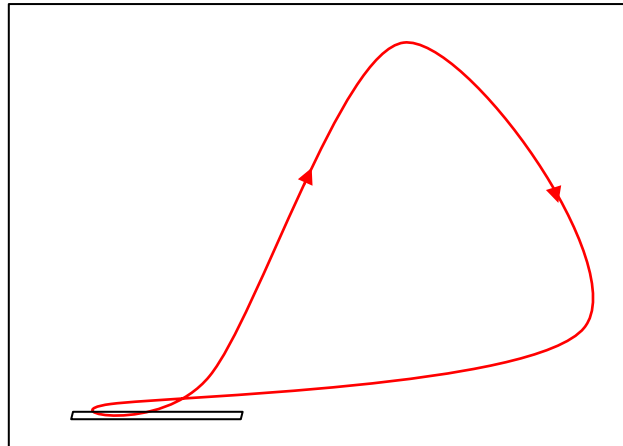
Start des Spaceplanes
ggf. Landung Booster



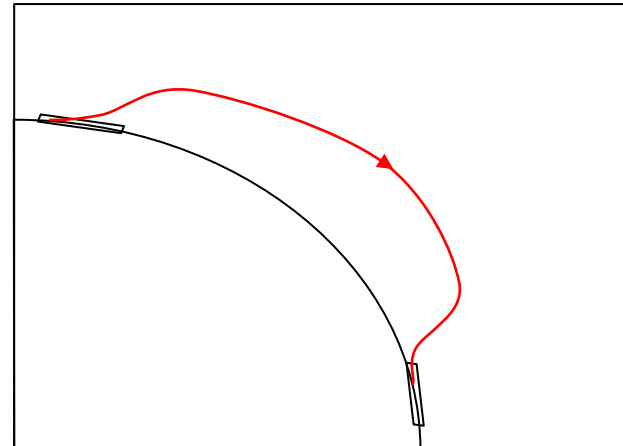
Wiedereintritt aus Orbit



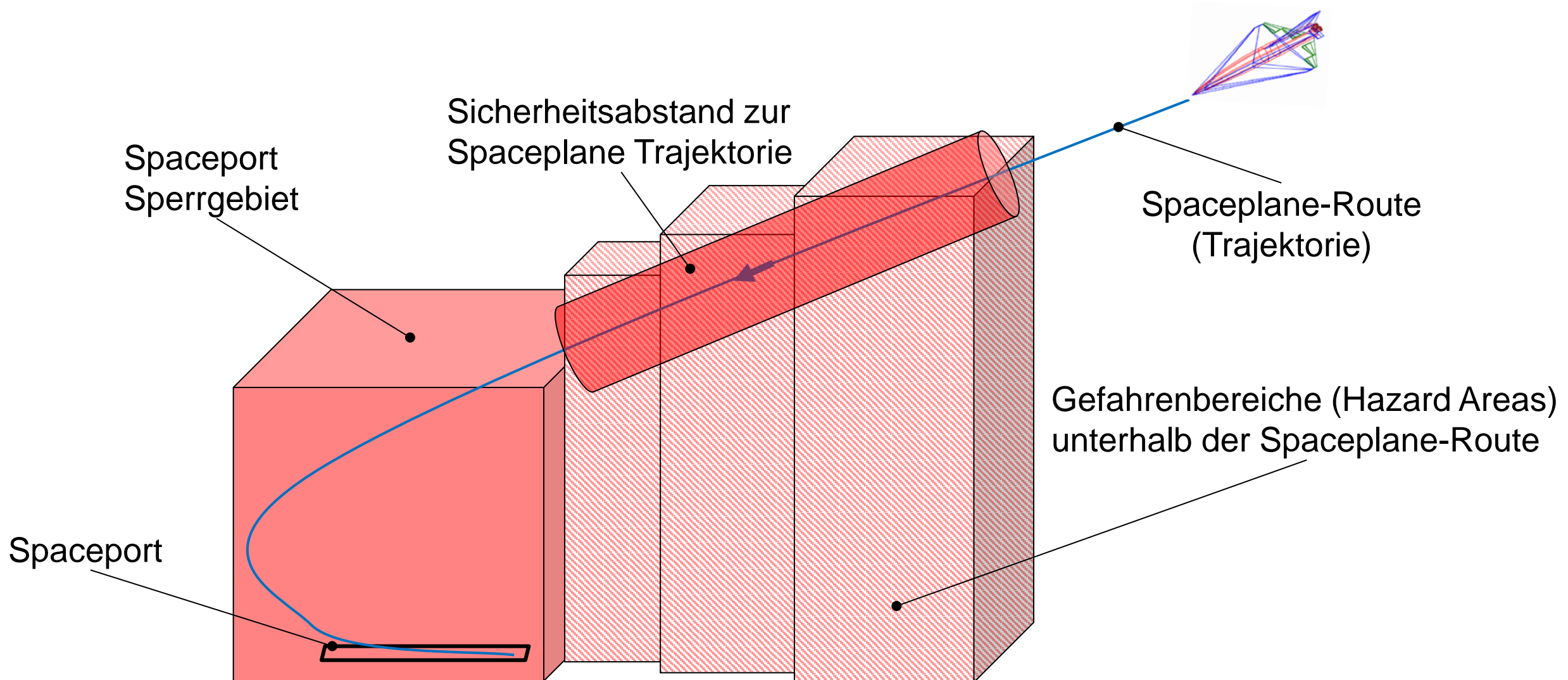
Suborbitale Flüge
mit einem Spaceport



Suborbitale Flüge
mit zwei Spaceports



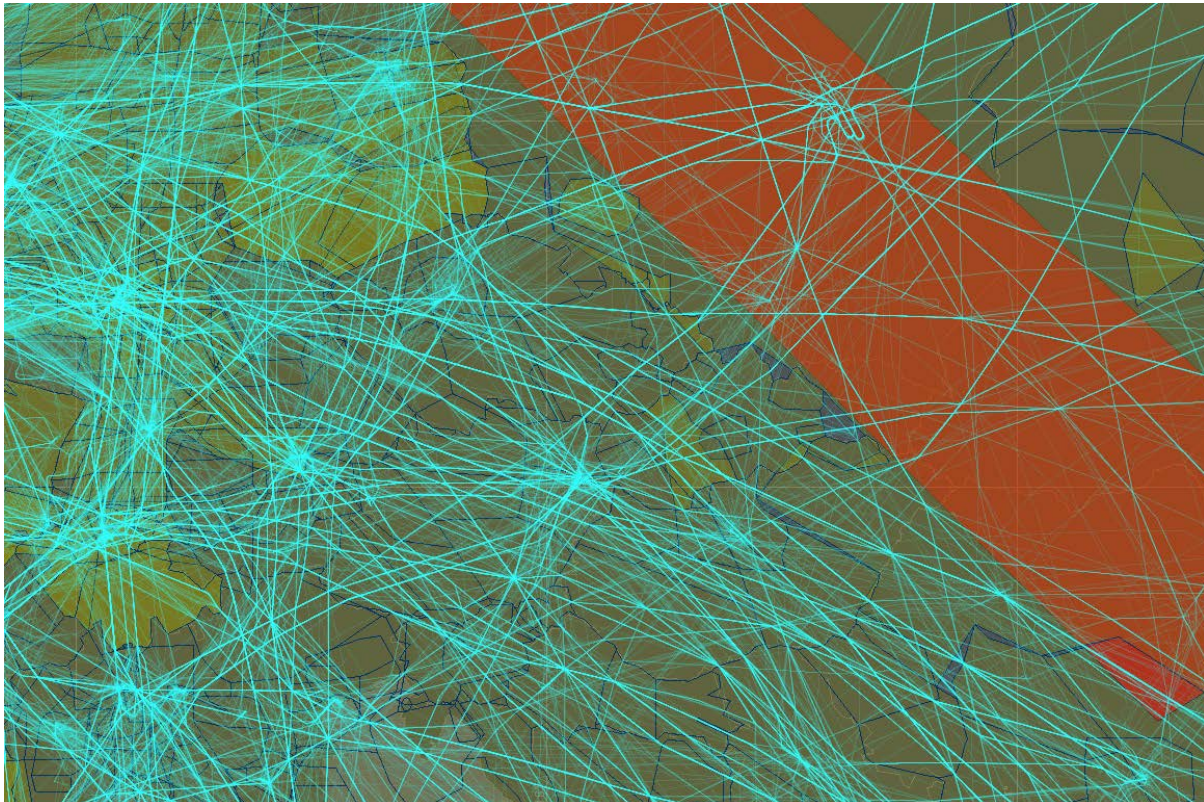
Schutzzonen für den sicheren Raumflugbetrieb



Einrichtung von Gefahrenbereichen



Bereiche identifizieren, in denen der Luftverkehr bei einem Raumfahrtunfall durch herabfallen Bauteile gefährdet werden könnten



Gefahrenbereiche (Hazard Areas)
dynamisch definiert

Luftverkehrsteilnehmer und
Flugsicherungsstellen vorab über
Gefahrenbereiche informiert

Im Ereignisfall Luftfahrzeuge aus den
Gefahrenbereichen führen

Herausforderungen der Gefahrenbereiche



Vorhandene hohe Dichte an
Luftverkehrsteilnehmern

Vereinbarkeit von Sicherheit
und Effizienz

Vermeidung unnötiger
Luftraumsperrungen

Fortlaufend aktuelle Information
aller Kontrollstellen und
Luftverkehrsteilnehmer

Intranet für den Luftverkehr



Globaler Informationsaustausch
und Planung der Flugrouten der
Spaceplanes

System Wide Information Management
SWIM als Basis: Globales „Intranet für
den Luftverkehr“

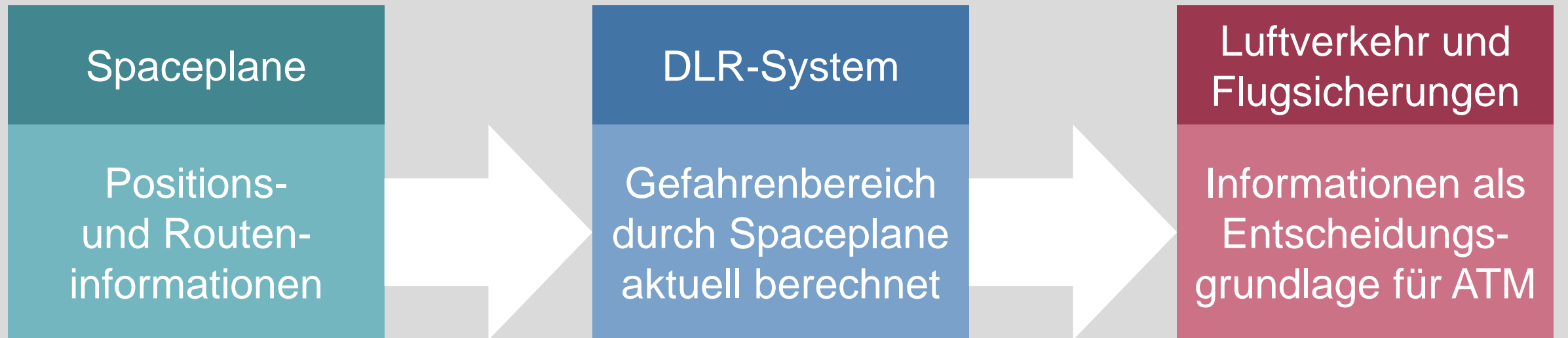
Gemeinsames Kommunikationssystem
für alle Beteiligten

Gefahrenbereiche erkennen und Sicherheit gewährleisten



Über SWIM werden alle Flugsicherungsstellen und Luftverkehrsteilnehmer fortlaufend zum aktuellen Flugverlauf und Status des Spaceplanes informiert

Informationsaustausch im SWIM-System



DLR-Forschungsumgebung zur Validierung der Integration



Realistische DLR-Forschungsanlagen zur Nachbildung der Flugdynamik von Spaceplanes im Luftraum

DLR-Forschungsaufgaben



Folgen des Betriebs von Spaceplanes

Flugsicherungsverfahren

Arbeitsplatzkonzepte für Lotsen



Fernüberwachung für Spaceports



Neue Möglichkeiten durch kamerabasierte Fernüberwachung von Weltraumbahnhöfen

Einfache Missionskontrolle

Fernüberwachung der Spaceports für Start und Landung

Überwachung von Ausweich-Spaceports



Spaceplane-Integration in Deutschland und Europa



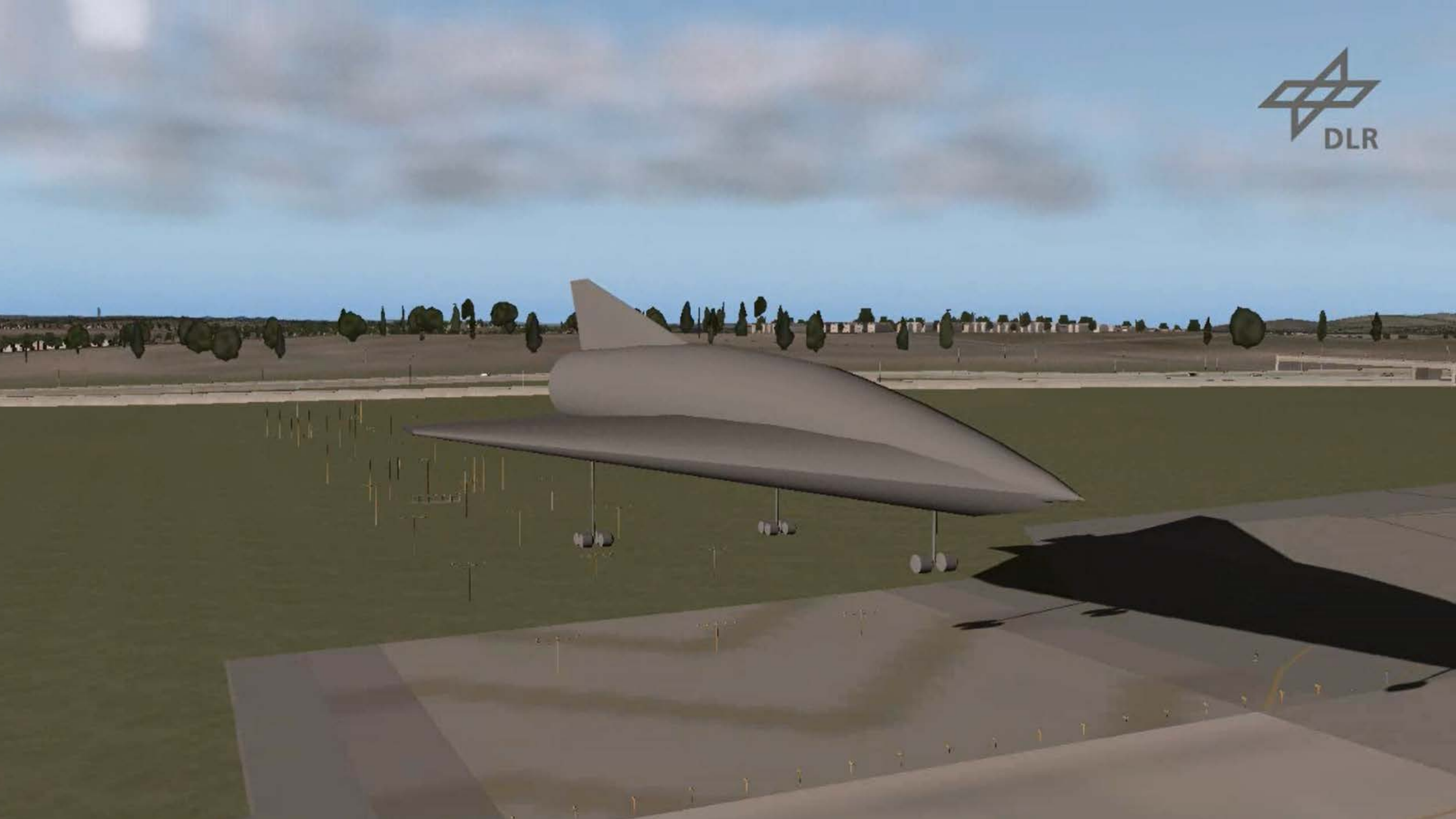
Das DLR forscht am nahtlosen, effizienten und sicheren gemeinsamen Betrieb von Spaceplanes und dem heutigen Luftverkehr



Erhaltung der Effizienz des Luftverkehrssystems

Verbesserte Prozeduren für die Flugsicherung

Bewertung im Validierungszentrum Luftverkehr des DLR



Das DLR unterstützt den Betrieb von Spaceplanes in Deutschland





Die Autoren danken Martin Sippel, DLR-Institut für Raumfahrtsysteme in Bremen, für die Bereitstellung von Material und Daten des SpaceLiner-Projektes.