ÜBERBLICK ÜBER DAS DLR PROJEKT HAP-ALPHA UND WISSENSCHAFTLICHES POTENTIAL DES TECHNOLOGIEDEMONSTRATORS

Florian Nikodem – Projektleitung

Institut für Flugsystemtechnik – Sichere Systeme und Systems Engineering

Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress 19. – 21. September 2023

DLR

Warum hochfliegende Solarplattformen?

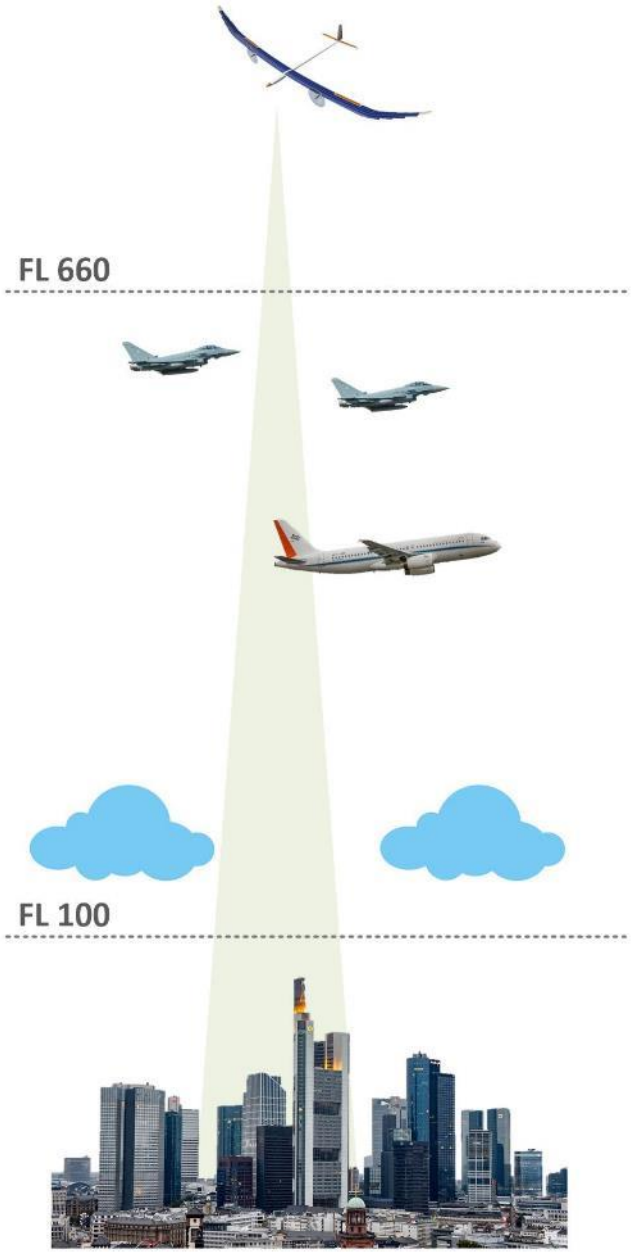
- Hochfliegende und langandauernd stationierbare Luftfahrzeuge stellen potentiell eine interessante Alternative zu Satelliten im Bereich der Erdbeobachtung und Kommunikation dar.

- Diese sogenannten High Altitude Platforms (HAP) sind insbesondere attraktiv weil sie im Vergleich zu Satelliten:

  - ***kostengünstig hergestellt, gestartet und gelandet werden können***

  - ***für eine Vielzahl von Aufgaben im Bereich der Kommunikation und Erdbeobachtung einsetzbar sind, insbesondere wenn ununterbrochene Stationierung erforderlich ist***

  - ***und allgemein emissionsarm betrieben werden können***



Geschichte hochfliegender Solarpattformen

- 1980er Jahre, Start des NASA Pathfinder Programms – Aufgrund fehlender Technologiereife wenig später eingestellt
- 1990er Jahre, Wiederaufnahme des Pathfinder Programms und Höhenflugrekord von 21.802 m im Jahr 1997
- 2001, neuer Höhenflugrekord des Helios mit über 29 km
- 2003, Helios zerbricht bei 24h Flug aufgrund atmosphärischer Turbolenzen – Programm wird eingestellt
- 2018, Zephyr S schafft einen Dauerflug von 26 Tagen in 18 km Höhe
- 2022, Zephyr S schafft einen Dauerflug von 64 Tagen und zerbricht

DLR Forschungsziele im Bereich hochfliegender Solarplattformen

Das DLR entwickelt einen Technologiedemonstrator für hochfliegende Solarplattformen und kombiniert die Programmbereiche Luftfahrt und Raumfahrt

- Ziele der Entwicklung sind:
  - ***Entwicklung neuer Systemkonzepte und Technologien für die Umsetzung von robusten und kosteneffizienten hochfliegenden Solarplattformen.***
  - ***Entwicklung und Test von innovativen Sensorsystemen für die Erdbeobachtung. Insbesondere wird hier hohe Performanz mit hochspezialisiertem Leichtbau kombiniert.***
  - ***Entwicklung operationeller Strategien und Missionsszenarios, um die Fähigkeiten hochfliegender Solarplattformen zu demonstrieren.***
  - ***Demonstration und Flugtests von neuen Technologien, Prozessen und Sensorsystemen im Bereich der Erdbeobachtung unter realen Bedingungen***

DLR Projekt HAP-alpha

Projektstart in 2018

16 DLR Institute und Einrichtungen aus ganz Deutschland arbeiten mit einem Team aus mehr als 80 Mitarbeitenden im Projekt:

Flugsystemtechnik FT,

Systemhaus Technik SHT,

Aeroelastik AE,

Flugführung FL,

Methodik der Fernerkundung MF,

Physik der Atmosphäre PA,

Hochfrequenztechnik und Radarsysteme HR,

Vernetzte Energiesysteme VE,

Softwaretechnologie SC,

Aerodynamik und Strömungstechnik AS,

Kommunikation und Navigation KN,

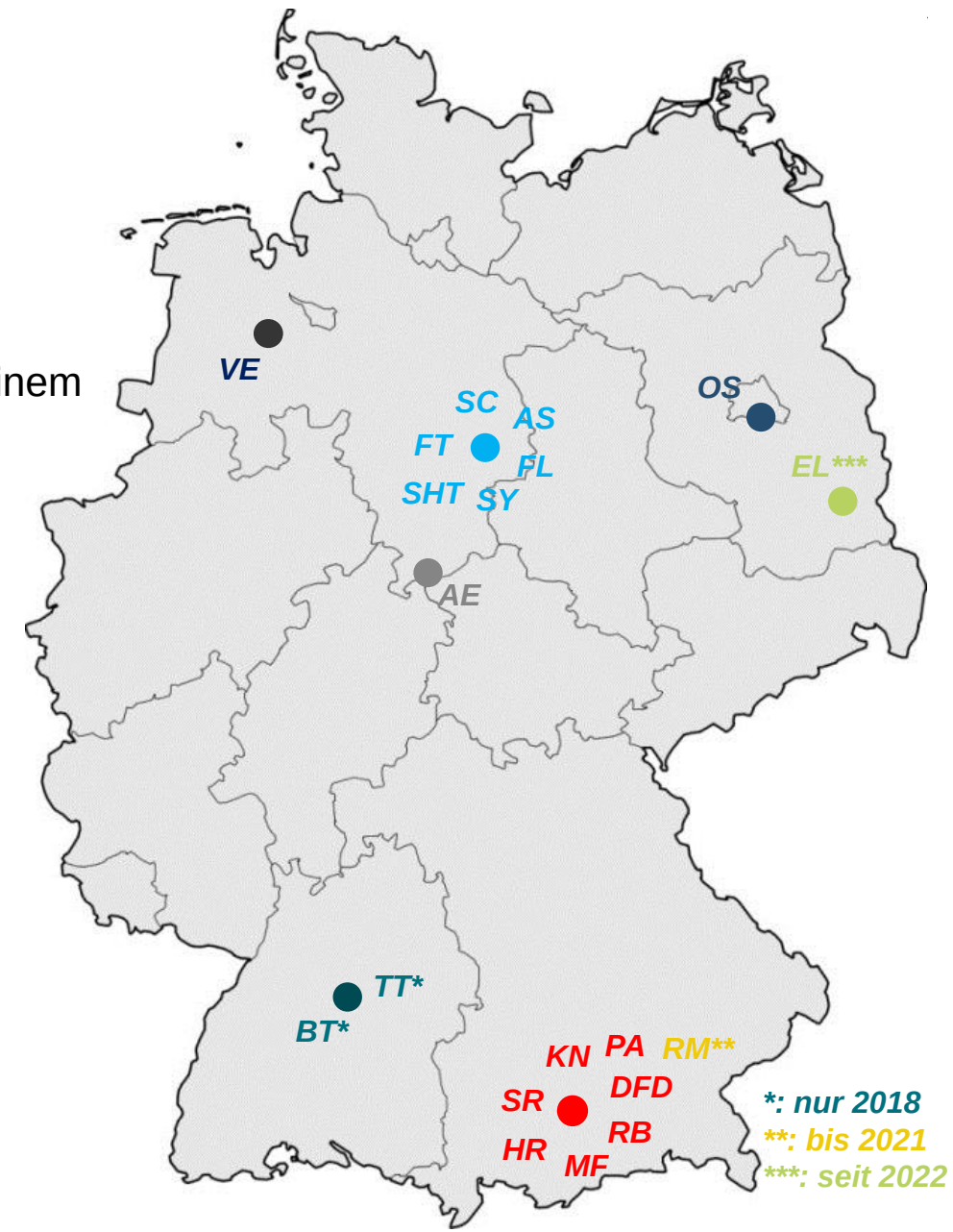
Optische Sensorsysteme OS,

Deutsches Fernerkundungszentrum DFD,

Elektrifizierte Luftfahrtantriebe EL,

Systemleichtbau SY,

Systemdynamik und Regelungstechnik SR



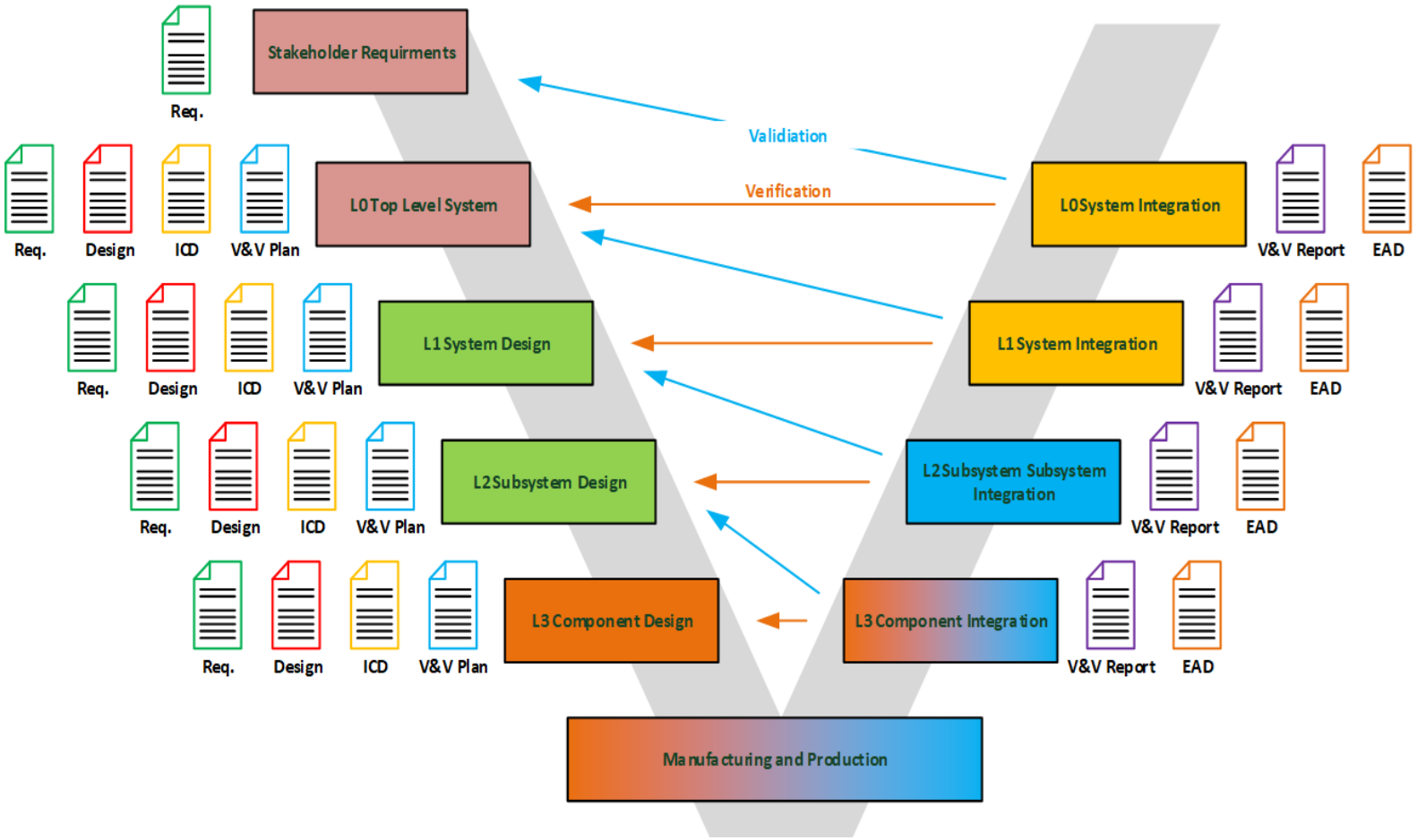
Verknüpfung von modernem und traditionellem Systems Engineering

Modellbasiert

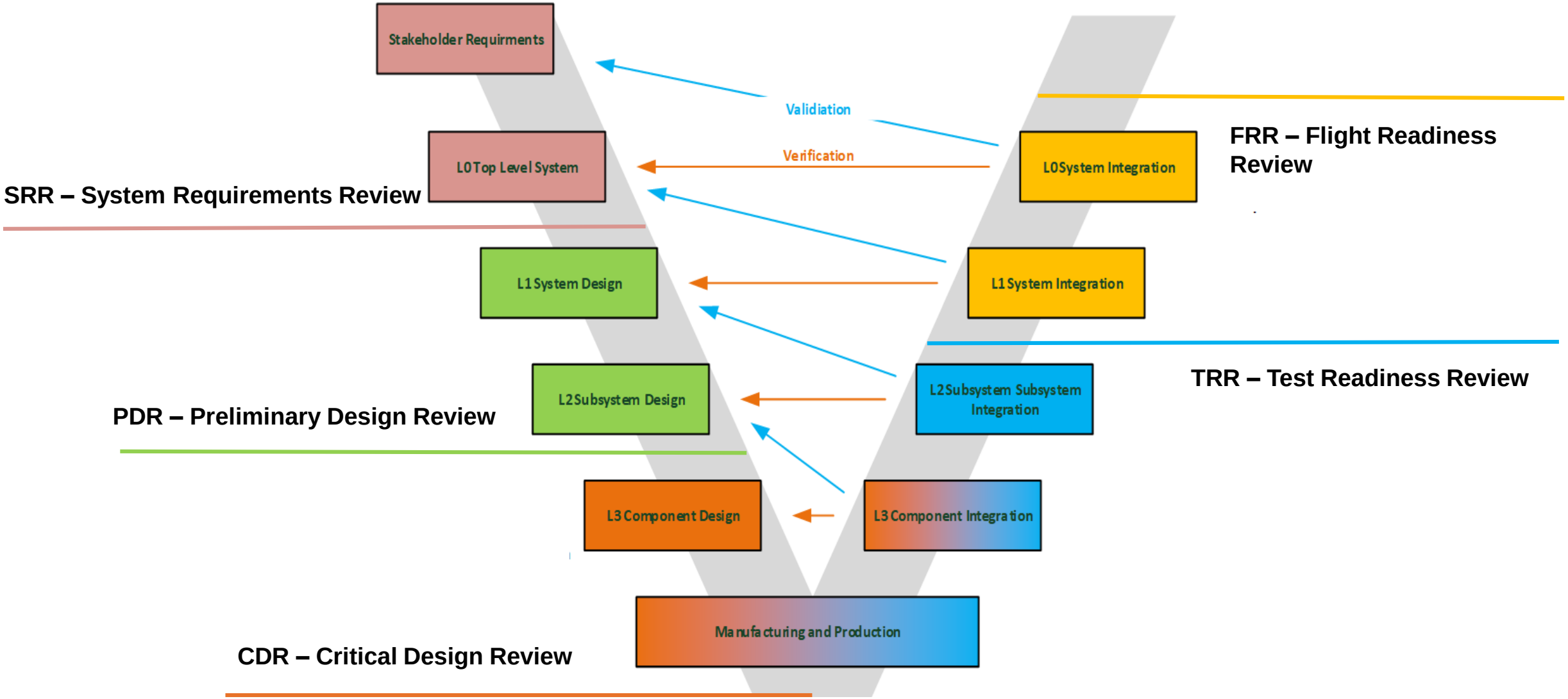
- Zentrales Gesamtmodell
- Modellsprache: SysML
- Großer Anteil an modellgenerierter Dokumentation
- Support durch erfahrene externe Partner

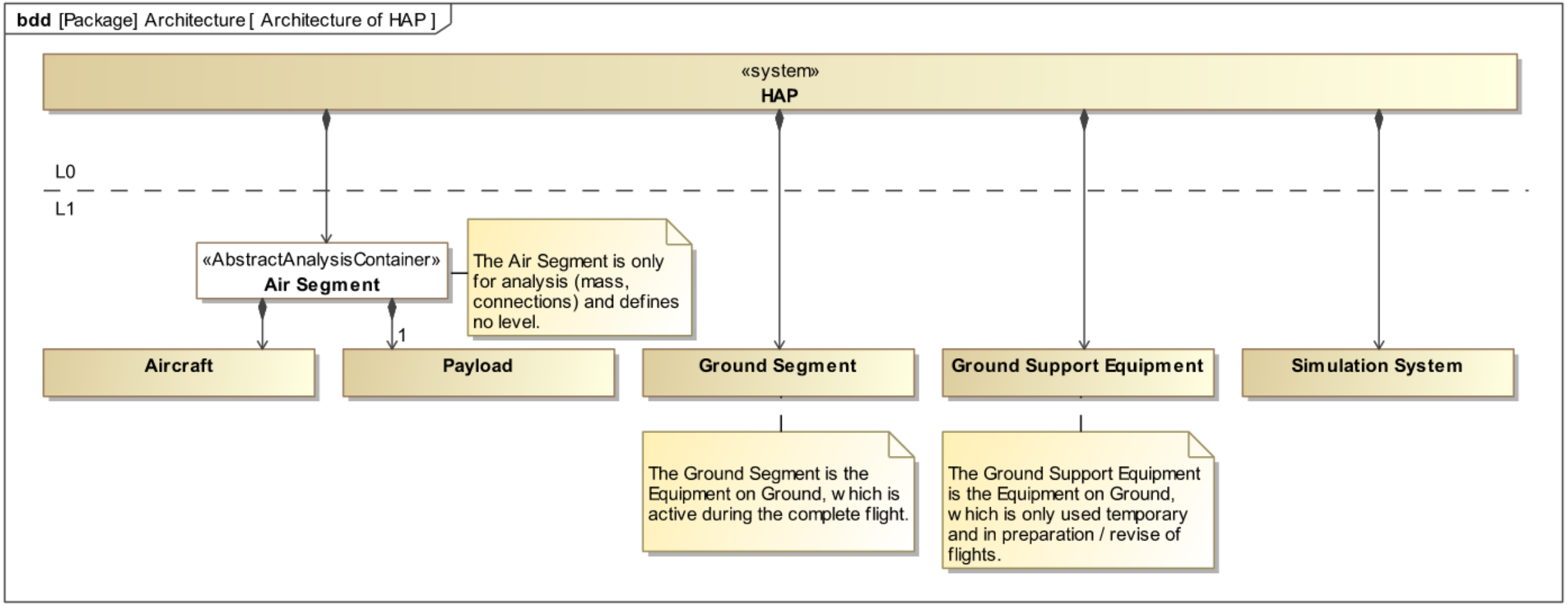
V-Modell

- Vorgehen nach V-Modell
- Umfangreiche Dokumentation, verknüpft mit Gesamtmodell
- Review durch externe Fachexperten nach jeder Designstufe



Projektphasen verknüpft mit Gate-Reviews durch externe Fachexperten





SYSML MODELL

Modellierte Aspekte - SysML Modell

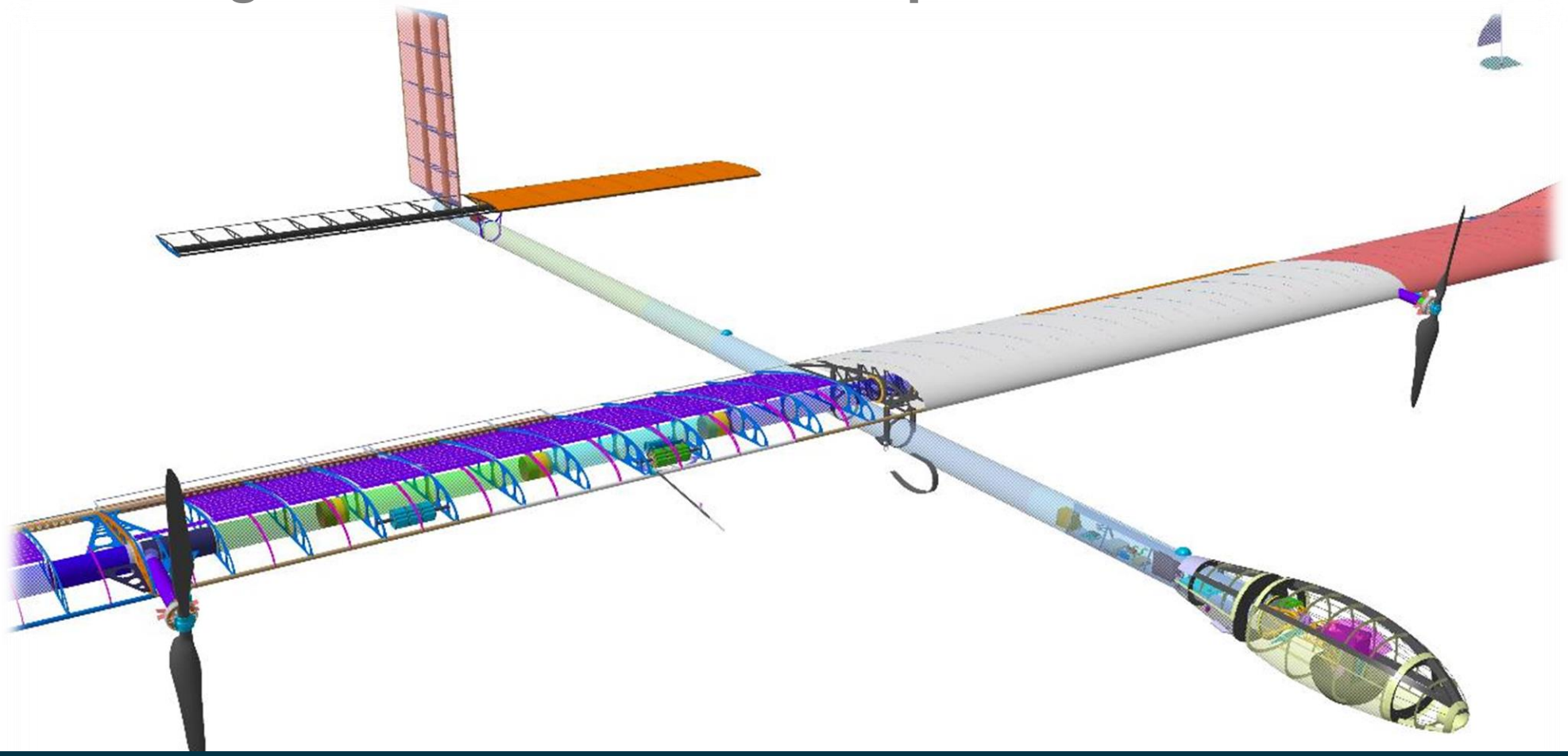
- System Breakdown bis meist Gerätelevel
- Anforderungen
- Verifikationsaktivitäten
- Datenbuskommunikation

- Dokumentenmanagement
- Gerätemanagement
- Management von Konfigurationsparametern
- FMEA
- Glossar

Technologiedemonstrator HAP-alpha

- Spannweite 27 m
- Masse 138 kg
- Dienstgipfelhöhe >22 km
- 5 kg Nutzlast
- Entwickelte Nutzlasten:
  MACS-HAP und HAPSAR

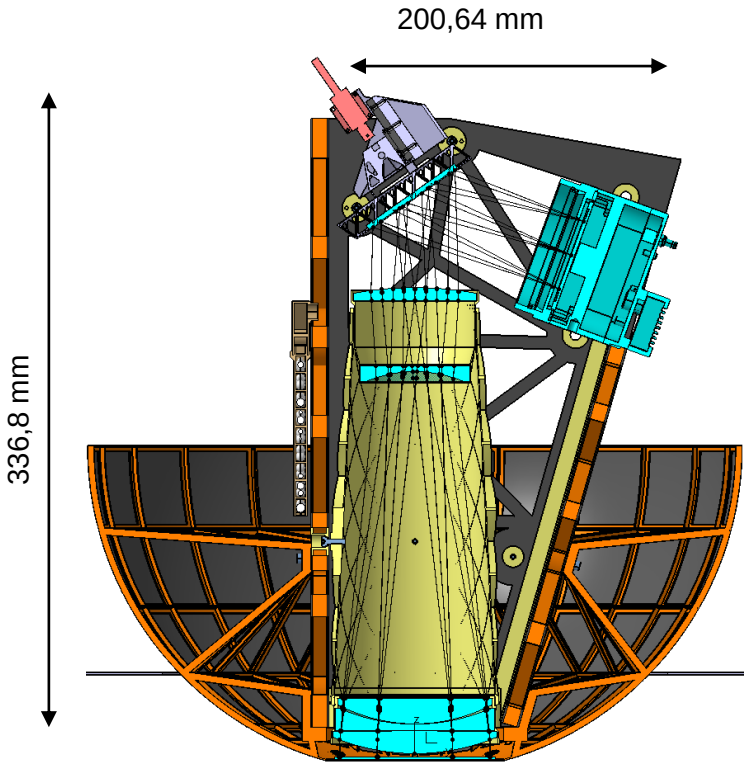
Technologiedemonstrator HAP-alpha

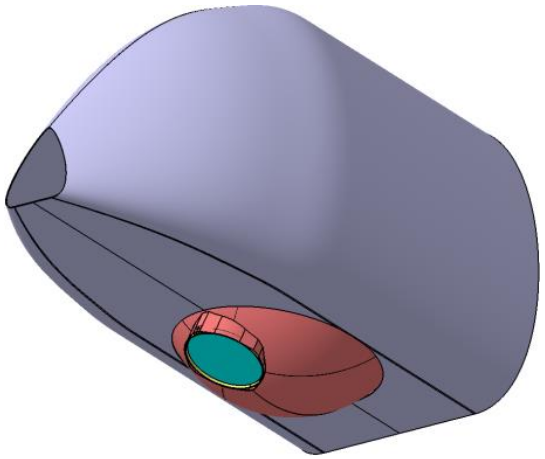


- Nutzlastgondel vorbereitet für FTI, MACS-HAP und HAPSAR
- Modularer Aufbau zum Einsatz weiterer Nutzlasten
- CFK Rundholme und Sandwichrippen mit Bespannfolie
- Flight Control Computer vollständig im DLR entwickelt
- Übernachtflugfähigkeit wird erst in späterer Ausbaustufe umgesetzt

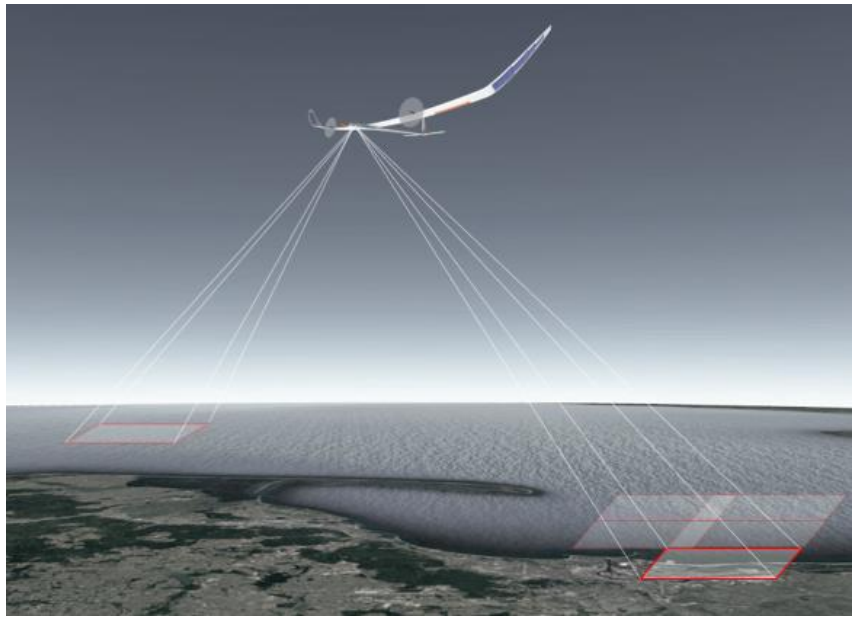
MACS-HAP Kamerasystem

- Entwicklung eines selbstausrichtenden Kamerasystems
- 150 Mpix-Sensor, Bodenauflösung 15 cm
- Onboard-Bildanalyse zur automatischen Erkennung von Zielobjekten
- 5 Linsen + Umlenkspiegel und 500 mm Brennweite



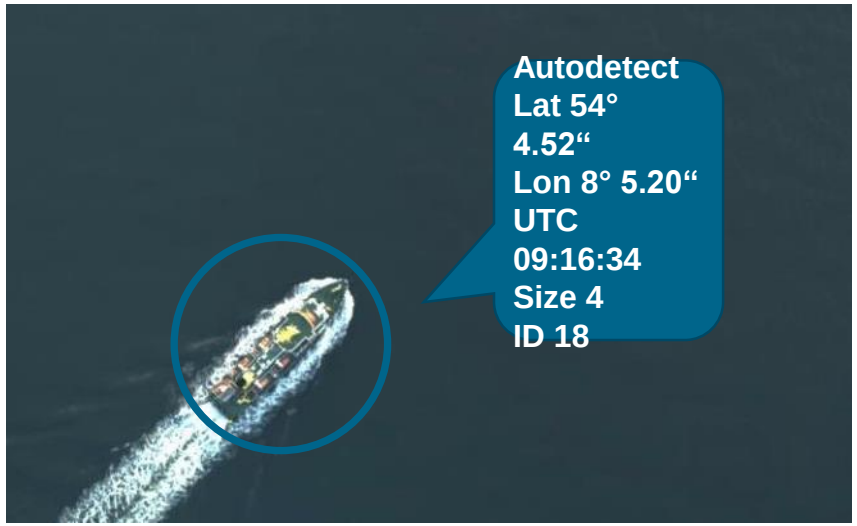


60 deg Rollen / Nicken zum Ausrichten und zur HAP-Energieverbrauchsminimierung



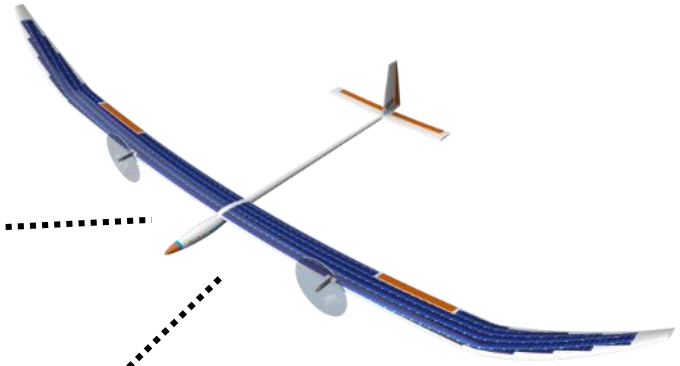
Tracking: Beobachtung eines Gebiets oder eines Objekts

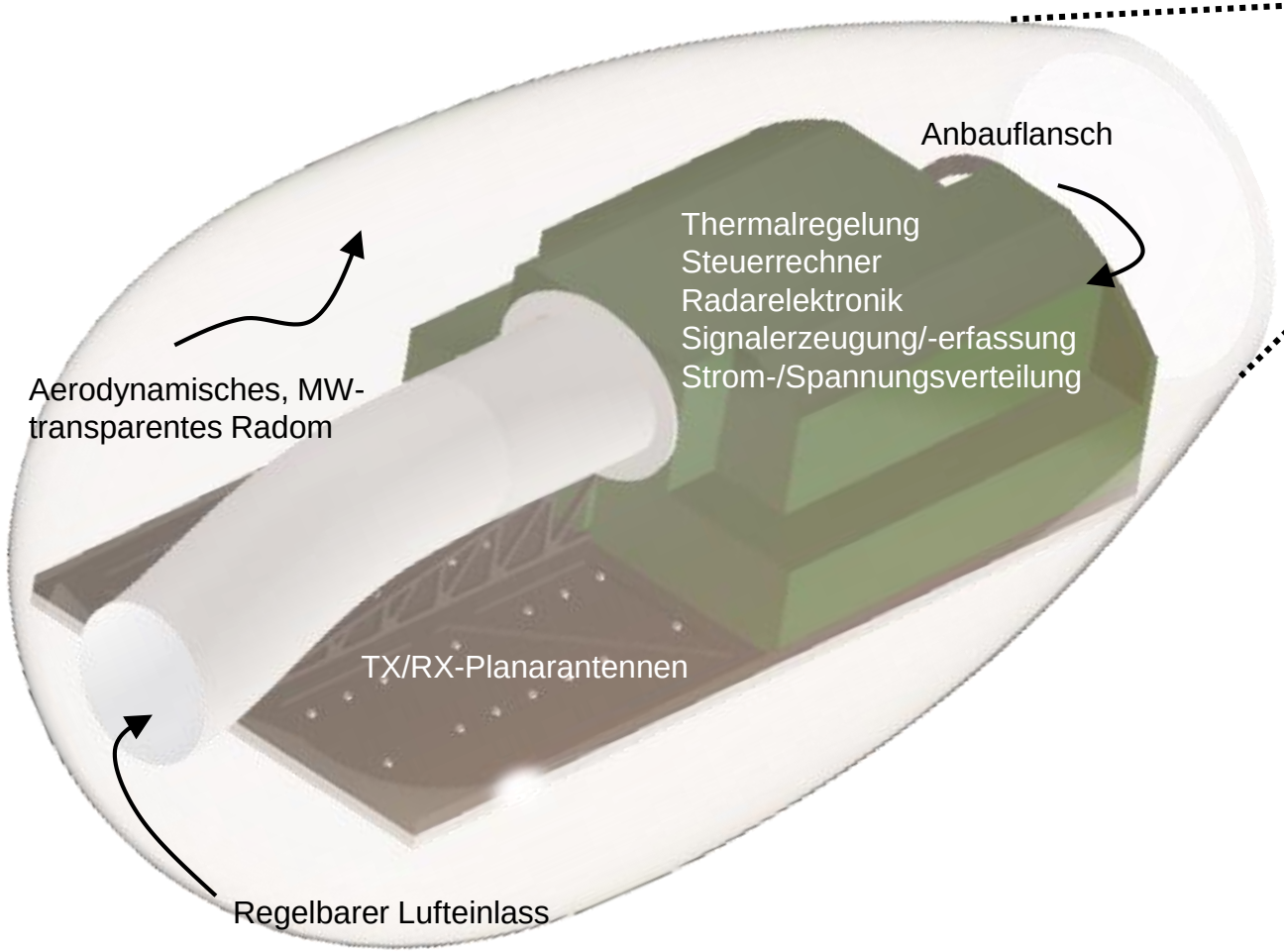
Scanning: Erstellung eines Mosaiks größerer Gebiete



HAPSAR – Radar mit synthetischer Apertur

Ein hochperformantes Multi-Mode-Radar unter härtesten Bedingungen.





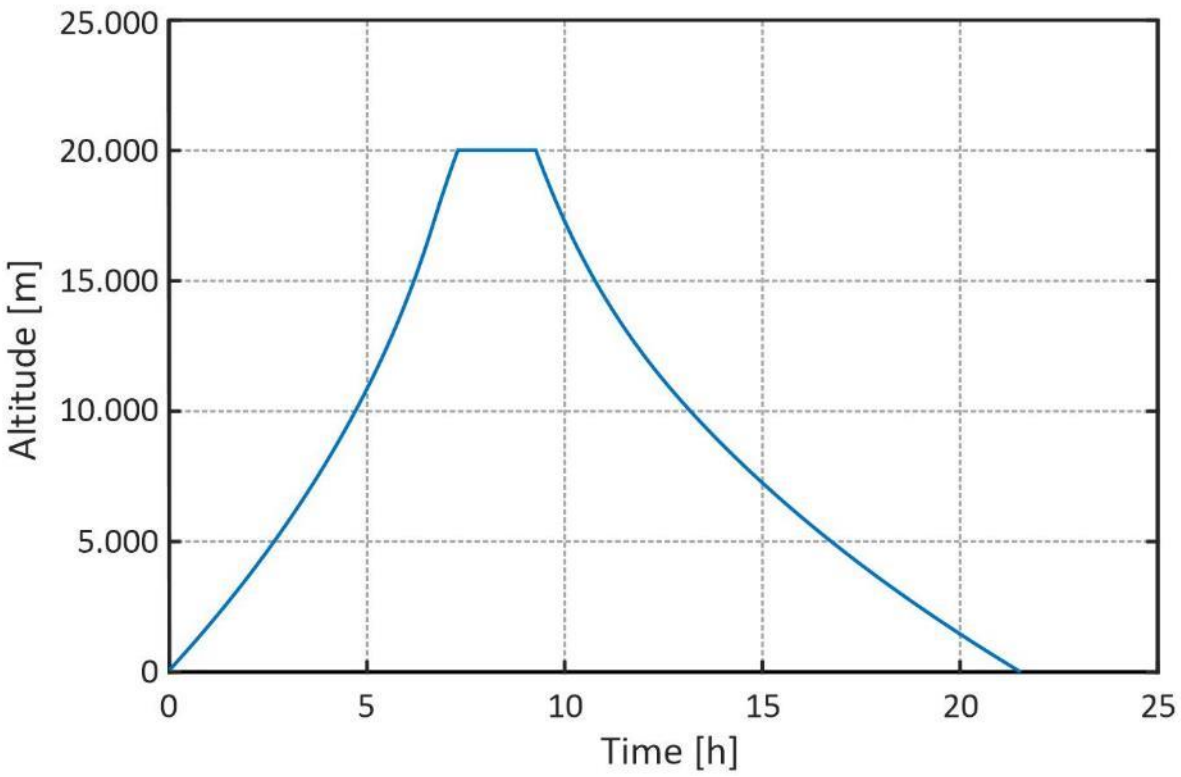
Σ Radar <5 kg !

- S-Band
- >30 km Reichweite
- 2 x TX, 2 x RX
- Innovatives Thermalkonzept
- Hoher Digitalisierungsgrad
- Hochintegrierte Radarelektronik
- Streifen-/Zirkular-/Tomografie-SAR
- Bewegtzieldetektion und Abbildung
- Vollpolarimetrische Messungen

Erprobungsstrategie

- Nach Integration des Luftfahrzeuges werden zunächst bodennahe Tests im Erprobungszentrum für unbemannte Luftfahrzeuge des DLR in Cochstedt absolviert
- In einem zweiten Schritt wird mit dem Flugzeug sukzessive die Höhe erflogen
- Letztendlich wird das Flugzeug für Höhenflüge auf ca. 20.000 m mit den beiden Sensornutzlasten verwendet
- Bei 2 h Experimentierzeit auf 20.000 m Höhe ist mit Missionsdauern von bis zu 24 h zu kalkulieren

Aufstieg auf 20.000 m Höhe



Forschungspotential: Der HAP-alpha als fliegendes Testbed

- Erprobung neuer Schlüsseltechnologien für den Einsatz in hochfliegenden Plattformen wie Solarzellen, Batterien, sicherheitskritische Komponenten
- Erprobung und Einsatzdemonstration der mitentwickelten und weiterer Sensornutzlasten
- Entwicklung operationeller Strategien für den Langzeiteinsatz
- Validierung und Weiterentwicklung des Wissens zur Auslegung und dem Bau hochfliegender Solarplattformen

Alles unter realen Einsatzbedingungen in der unteren Stratosphäre!

Projektstand

CDR

- Detailed Design Abgeschlossen
- Komponentenqualifikation mit Flughardware nahen Prototypen durchlaufen
- Critical Design Review durchgeführt im Juli 2023

TRR

- Bau und Qualifikation der Flughardware und Flugstruktur
- Qualifikation und Test der wesentlichen Subsysteme
- Test Readiness Review für Gesamtintegration und Gesamtsystemtests Juni 2024

FRR

- Integrationstests abgeschlossen
- Bodentests abgeschlossen
- Flight Readiness Review für HAP-alpha im Mitte 2025

First Flight

- Erstflug in niedriger Höhe im Erprobungszentrum für unbemannte Luftfahrzeuge des DLR in Cochstedt
- Sommer 2025

Florian Nikodem
Projektleiter Hochfliegende Plattform HAP-alpha
+49 531 295 3503
Florian.Nikodem@dlr.de