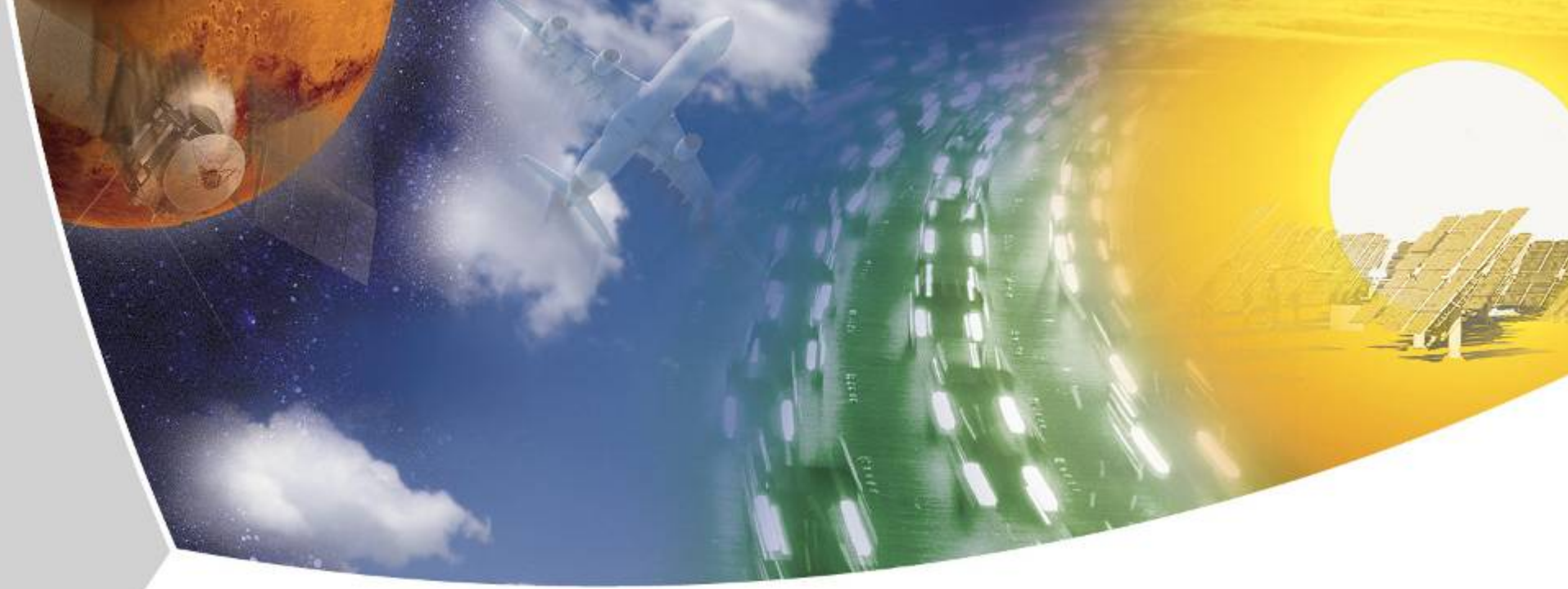




WASLA-HALE III

Nachweis von Technik und Verfahren für die Teilnahme von UAV's am allgemeinen Luftverkehr

Dietrich Altenkirch, DLR, Institut für Flugsystemtechnik



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft



Vortragsgliederung

- **Einleitung**
- **Anforderungen an ein UAV**
- **Inhalte Phase I und Phase II**
- **UAV-Experimentalsystem**
- **Inhalte Phase III**
- **Anforderungen an Sense & Avoid System**
- **Sensorik**

Nationaler Bedarf an aktueller Aufklärung (Euro-Hawk)

Typ: RQ-4B "Global Hawk", Northrop Grumman

Antrieb: Turbofan-Kerntriebwerk AE3007H
von Rolls-Royce mit 28,5kN Leistung

Spannweite: 35,42 m

Länge: 13,53 m

Höhe: 4,63 m

Leergewicht: 4.173 kg

Max. Startgewicht: 12.100 kg

Nutzlast: 1.000 kg

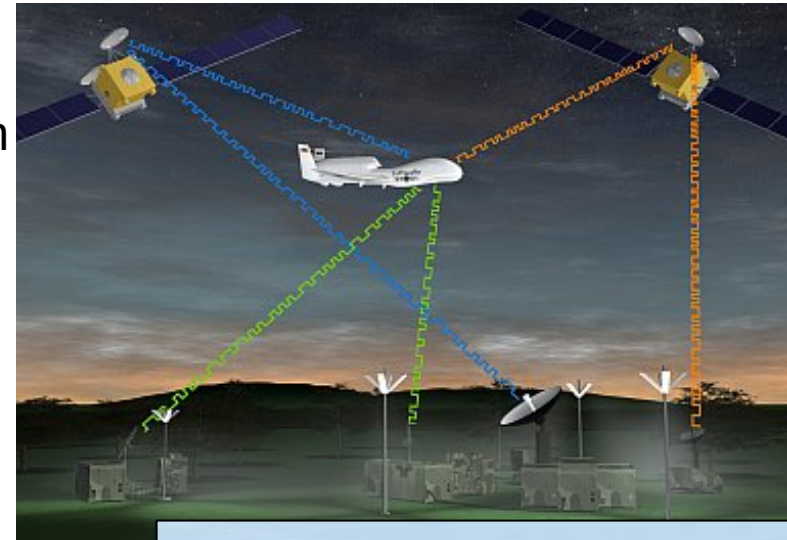
Max. Reichweite: ca. 22-25.000 km

Dienstgipfelhöhe: 19,8 km

Max. Geschwindigkeit: ca. 580-630 km/h

Max. Flugdauer: 38 Std.

Aktionsradius bei 24h Aufklärung am Zielort: 5.500km



übergeordnetes Projekt: WASLA-HALE

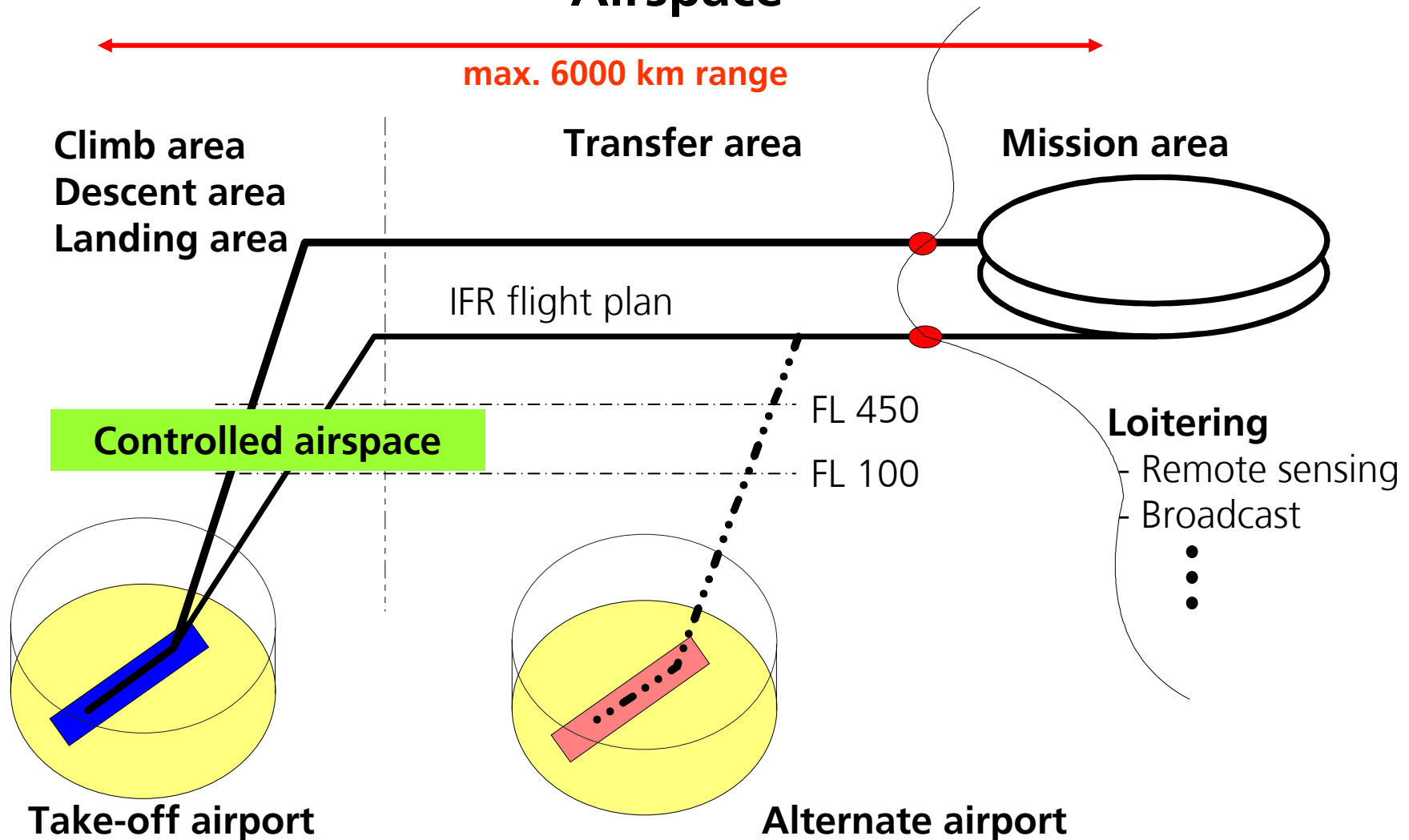
Weitreichende Abbildende Signalerfassende Luftgestützte Aufklärung

High Altitude Long Endurance



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

typical HALE Flight Mission in Civil Airspace





allgemeines Projektziel

**„Demonstration von Techniken und Verfahren zur
Führung von unbemannten Fluggeräten im
kontrollierten Luftraum“**

Randbedingung:

**Der existierende Luftverkehr soll durch die Einführung von
UAV's bezüglich Verkehrsfluss und Sicherheit nicht
beeinträchtigt werden!**

WASLA-HALE Programme I-III: 2000 - 2008

Team mit 5 Partnern:



Bundesamt für
Wehrtechnik und Beschaffung

Beauftragung durch das BWB an:



DLR (HAN des BWB)
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.



EADS (UAN des DLR)
European Aeronautic Defence and Space Company



ESG (UAN des DLR)
Elektroniksystem- und Logistik-GmbH



WTD 61
Wehrtechnische Erprobungsstelle 61 in Manching



DFS Deutsche Flugsicherung

DFS (UAN des DLR)
Deutsche Flugsicherung GmbH, Langen



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

WASLA-HALE Demonstration

Ziel:

Demonstration Technik und Verfahren unbemanntes Fliegen im kontrollierten Luftraum - unter Einsatz des DLR Versuchsträgers ATTAS

Phase I – Projektdefinitionsphase, 6 Monate

4.2000 bis 9.2000 (abgeschlossen)

Phase II – Durchführungsphase, ca. 3 Jahre

9.2001 bis 10.2004 (abgeschlossen)

- **Umrüstung des Experimentalsystems**
- **Implementierung UAV-spezifischer Funktionen**
- **Aufbau des Datenlinks**
- **ergänzende Simulationen**
- **Einbindung der DFS**
- **Durchführung der Flugversuche in 3 Flugkampagnen**

Fernführungs- und Kommunikationskonzept



ATTAS Advanced Technologies Testing Aircraft System



- **Experimental UAV -Plattform mit Sicherheitspilot**
- **Advanced Flight Management System AFMS**
- **Advanced Flight Control System AFCS**
- **Missionsmanagementsystem MMS**

Flugversuch-Nr. 428

Datum: 3.06.2004

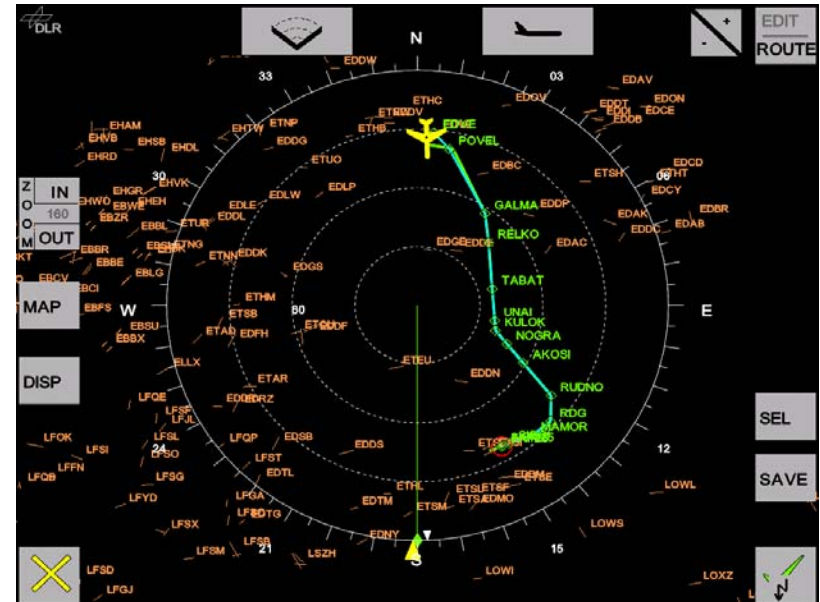
Braunschweig - Manching (FL 220-240)

- **Ziel**

- UAV-Erprobung mit Fernführung
- Übergabe an BKS-Manching
- COM –Frequenzwechsel
- Umplanungen im Fluge

- **Ergebnis**

- sicherer Datenlink
- gute COM-Verbindung Fernführer $\Leftrightarrow$ ATC
- problemloser Wechsel zu unterschiedlichen ATC-Stellen
- autonomer Approach mit simuliertem ILS auf 25L bis 300ft





WASLA-HALE Demonstration

Ziel:

Demonstration Technik und Verfahren unbemanntes Fliegen im kontrollierten Luftraum - unter Einsatz des DLR Versuchsträgers ATTAS

**Phase III – Vertiefungsphase, ca. 3 Jahre
(Juli) Oktober 2005 bis Juli 2008**

1. Sonderverfahren II

- Definitionen
- Simulationen

2. „Sense & Avoid“ (non kooperativ)

- Anforderungen und Spezifikationen
- ergänzende Simulationen
- Durchführung von Flugversuchen (~20 Fh)
- Zulassungsempfehlungen



Sonderverfahren II (auszugsweise)

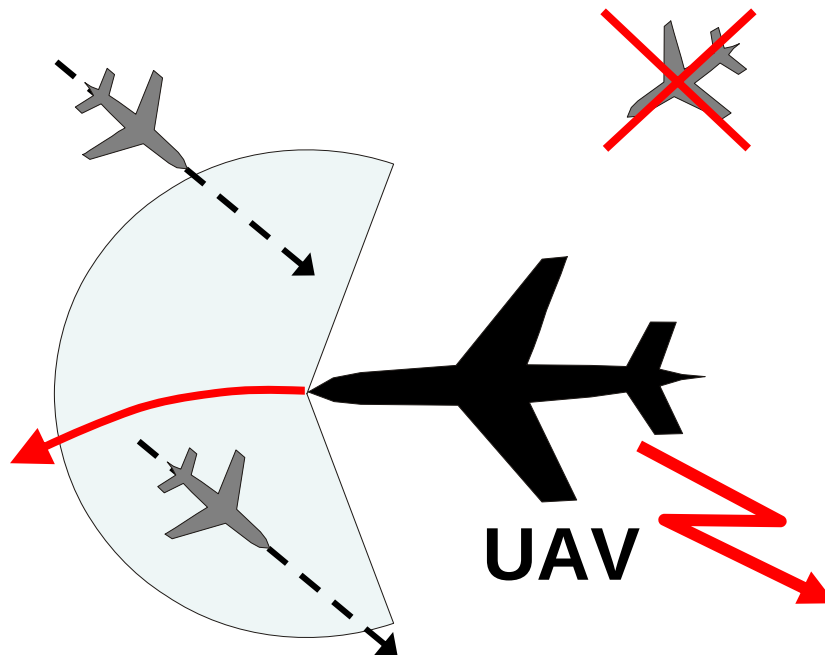
- **Weitergehende Überprüfung der Verfahren bei Notfallkombinationen**
 - Datenlinkausfall und Wettereinfluss
 - Datenlinkausfall und weitere Systemfehler an Bord
 - Einfluss kurzzeitiger DL-Ausfälle auf die Verfahren
 - Verfahren bei kontrolliertem Absturz
 - Einfluss von UAV-Leistungsparameter (An-u. Abflugrouten, Steigflugprofile)
 - Einfluss zukünftiger ATM Systeme (z.B. ADS-B)
- **Sicherheitskritische Bewertung der Verfahren**
 - aus ATC -Sicht
 - aus Sicht der System-Zulassung
 - Review der internationalen Verfahren, die einem Änderungsprozess unterliegen



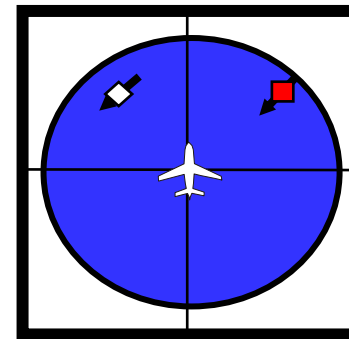
Sense & Avoid

- Anforderungen aus dem Betrieb mit VFR-Verkehr
- Technische Lösungsmöglichkeiten
- Konflikt-Erkennung und Lösung
- Ausweichstrategien
- Erprobung eines/mehrerer Sensoren in Simulation und Flugversuch
- Annäherung bei unterschiedlichen Szenarien
- Behandlung parallele Konflikte im Bordsystem

Sense&Avoid Systemkonzept und Szenario



Ausweichen entsprechend der internationalen Regeln!



Control Station Display

S&A Spec. für System, **Sensor**, Data Link ...:
u.a. ASTM F2411-04

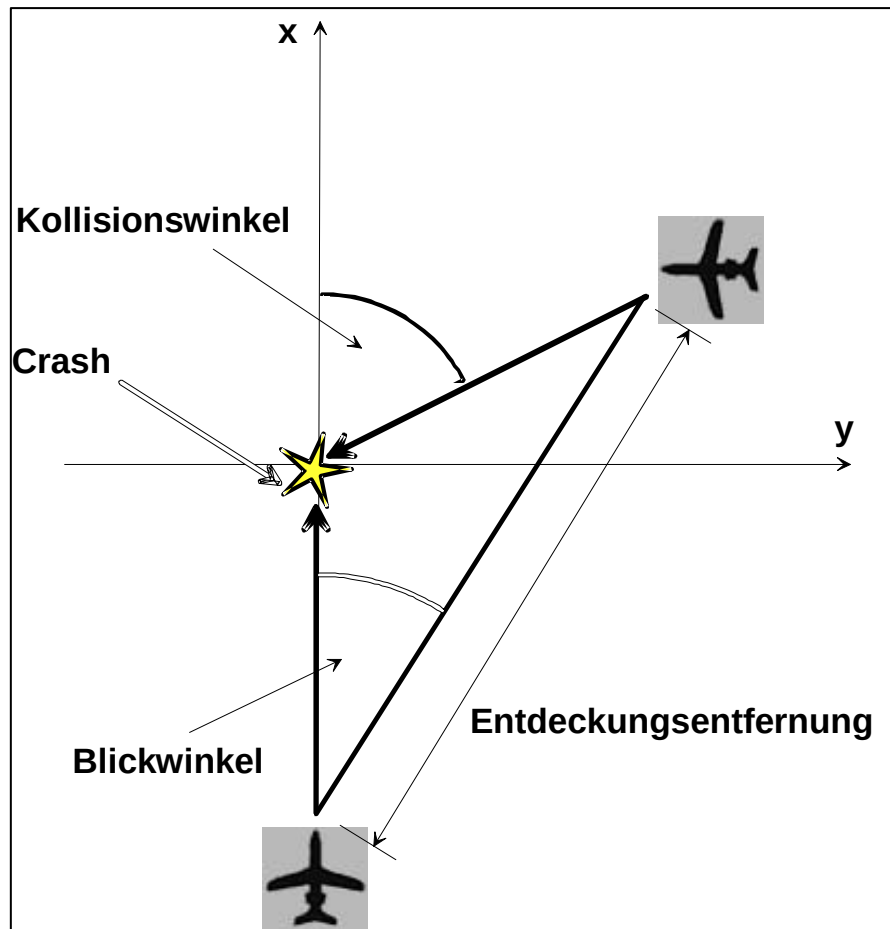


Zertifizierungs-Statements zu S&A

FAA Order 7610.4

- **Provide “an equivalent level of safety, comparable to see-and-avoid requirements for manned aircraft.”**
- **Alternatives explicitly cited in the directive that would suffice:**
 - ✓ **Radar observation**
 - ✓ **Forward or side looking cameras**
 - ✓ **Electronic detection systems**
 - ✓ **Visual observation**
 - ✓ **Monitored by patrol or chase aircraft**
 - ✓ **Or a combination thereof**

Typisches Kollisionsszenario

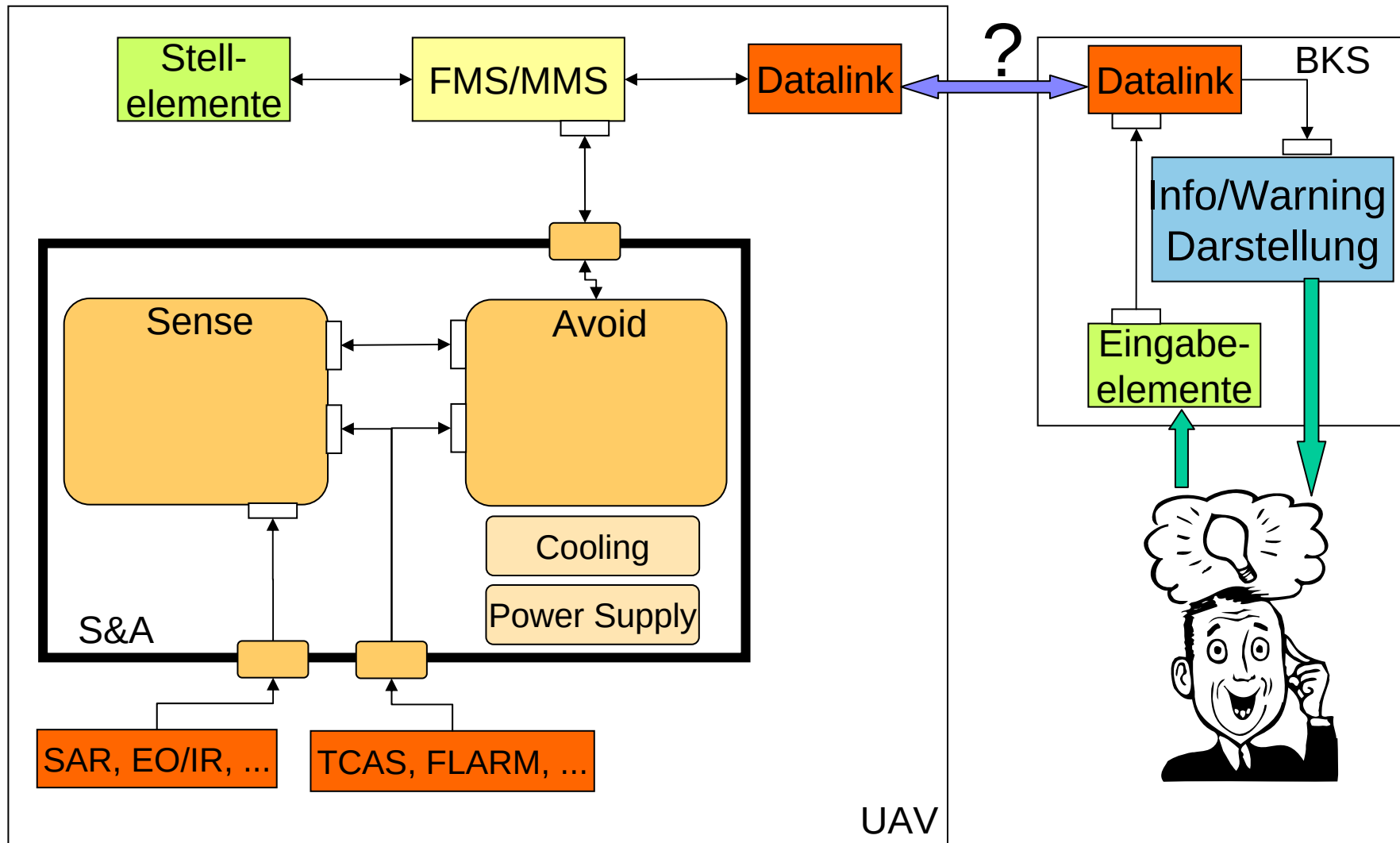


Parameter:

- Blickwinkel
- Kollisionswinkel
- Entdeckungsentfernung
- Eigengeschwindigkeit
- Geschwindigkeit des Gegners

typische Detektionsentfernung
eines Piloten: 1,84 Meilen

S&A Systemübersicht



Anforderungen an einen Sense&Avoid Sensor

Requirement	
Non-conflicting distance from UAV	500 ft
Closing speed (low altitude / high altitude)	500 / 1000 kts
Detection range with respect to closing speed	3.4 / 6.8 sm
Field-of-Regard in Azimuth (Objective / Threshold)	$\pm 110 / \pm 60^\circ$
Field-of-Regard in Elevation (Objective / Threshold)	$\pm 30 / \pm 10^\circ$
Probability of detection Pd (min/max)	0.9 / 0.999
False alarm rate (min/max)	0.05 / 0.1
Angular accuracy in both azimuth and elevation	1.6°
Range accuracy	250 ft
Minimum distance for first detection (21 seconds at 500 knots)	3.4 sm
Minimum distance for complete tracking solution (19 seconds at 500 knots, two revisit periods included)	3.1 sm

Analyse der S&A Sensorforderungen

REQUIREMENT	THRESHOLD	OBJECTIVE
Time-to-Collision (500 / 1000 kts)	21 sec (3.4 sm / 6.8 sm)	31 sec (5.0 sm / 10.0 sm)
Scan Envelope	$\pm 60^\circ$ Az X $\pm 10^\circ$ El	$\pm 110^\circ$ Az X $\pm 30^\circ$ El
Revisit Rate	2 sec	1 sec
Resolution	1.5 deg	0.5 deg
Weather	All-Weather	All-Weather

Eigenschaften möglicher Detektionsverfahren

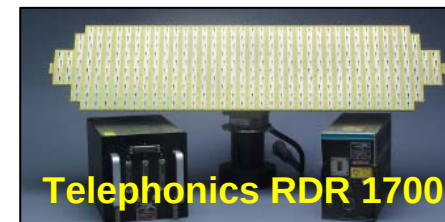
	LADAR	RADAR	TV	IR
Entdeckungsreichweite	gering	sehr groß	groß	mittel
Größe/Gewicht	schwer	schwer	leicht	leicht
Allwettertauglichkeit	mittel	gut	sehr schlecht	schlecht
Energiebedarf	hoch	hoch	gering	gering
Informationsgehalt	hoch	hoch	gering	gering
Komplexität	hoch	hoch	gering	mittel
Fremdortung	ja (aktiv)	ja (aktiv)	nein (passiv)	nein (passiv)
Nachteinsatz	ja	ja	jein	ja
Erfassungsrate (FOV)	schlecht	mittel	gut	gut
Kosten	?	?	?	?

Beispiele für MMW-Radar

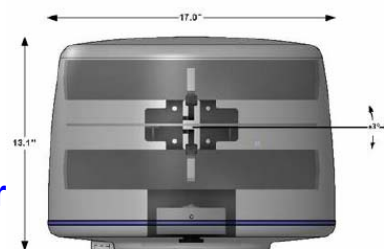
- **EADS HiVision Radar**
nicht weiterentwickelt für S&A



- **Telephonics RDR 1700 CG X-band radar**
Einsatz in EagleEye-UAV, Augusta-Westland Helicopter, Output nur Range und Azimut, keine S&A Anwendung / COTS-Produkt



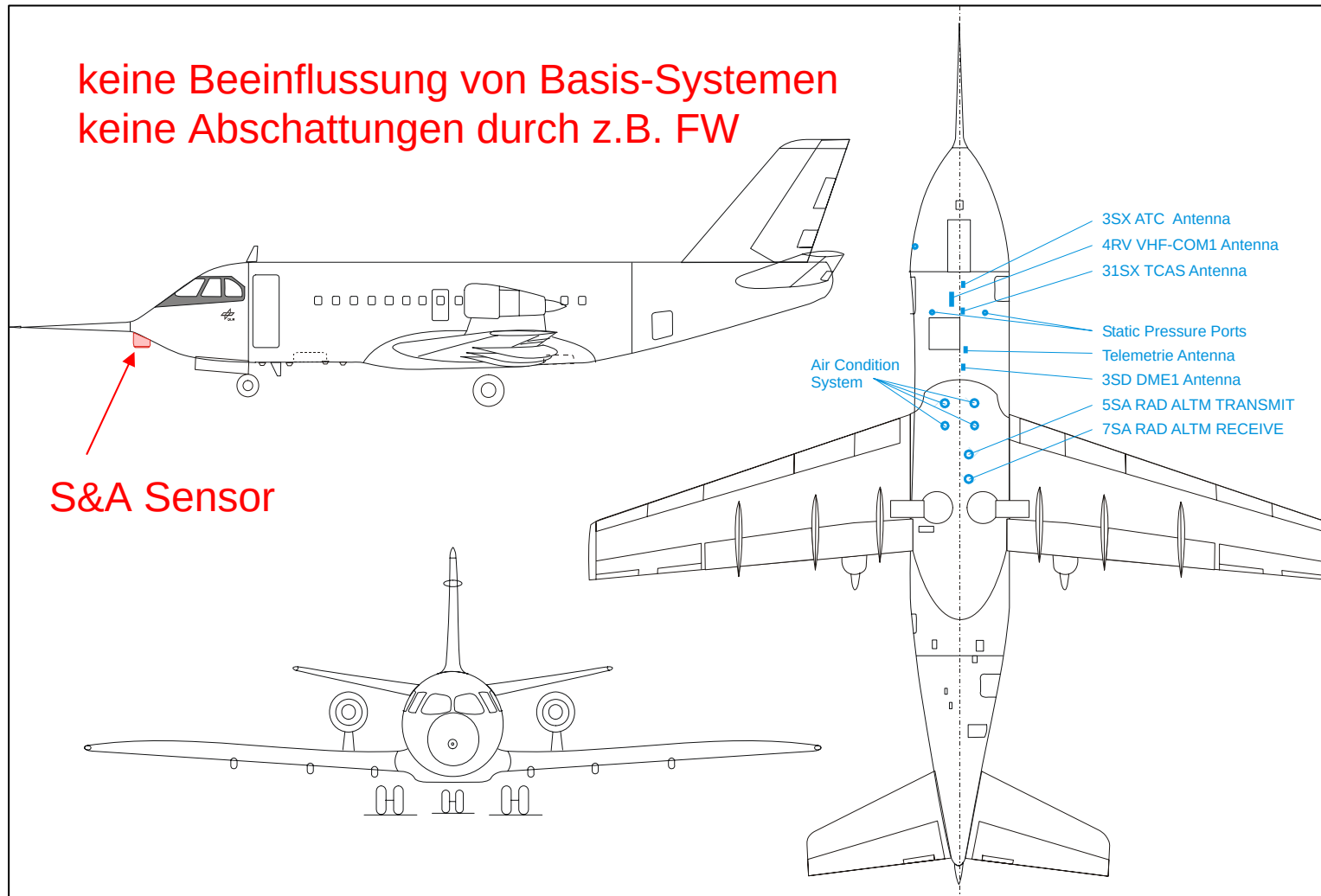
- **Amphitech DSA-5000**
S&A application, fixed Antenna, noch nicht verfügbar



- **Amphitech OASys-130 mod. Prototyp**
gute Reichweite, quasi COTS-Produkt



ATTAS Randbedingungen S&A Sensoreinbau (1)



ATTAS Randbedingungen S&A Sensoreinbau (2)



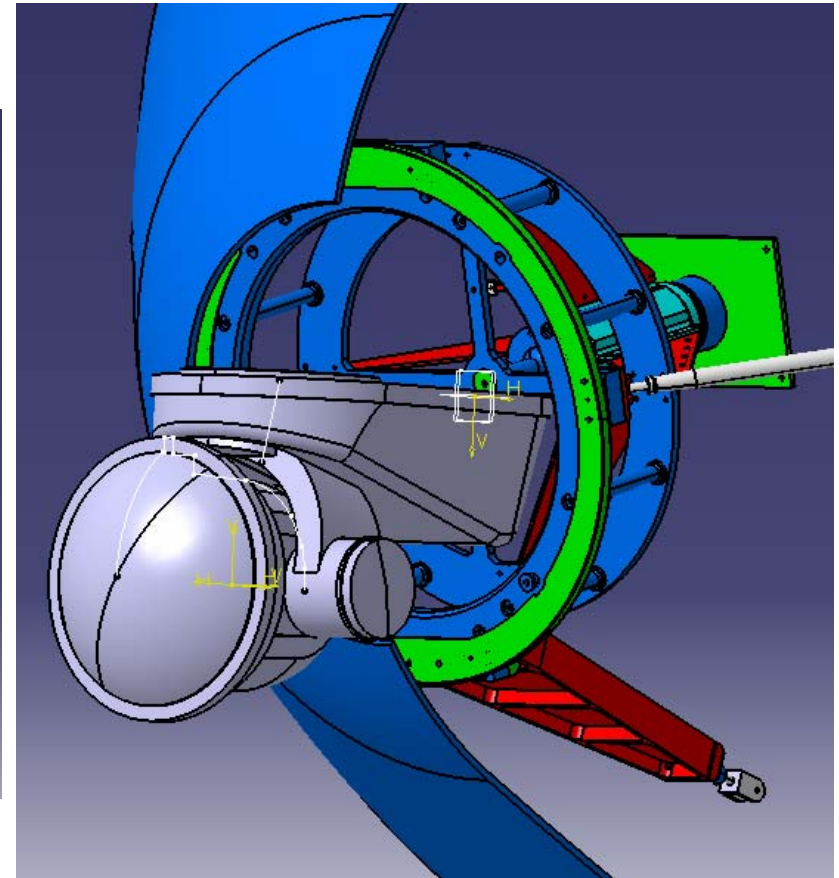
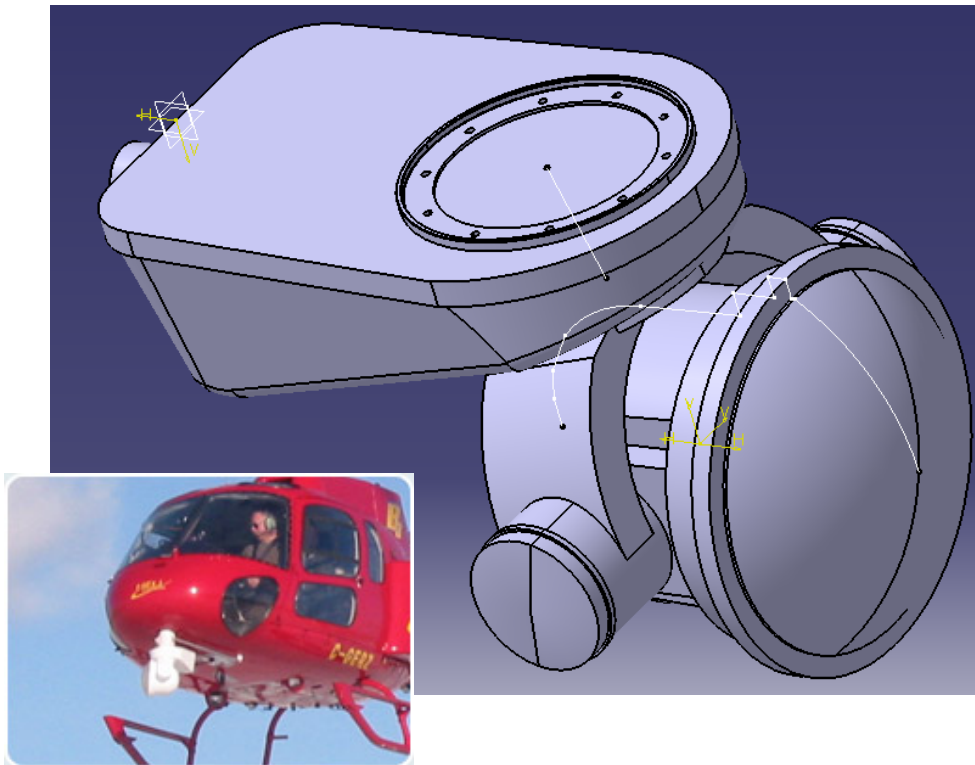
technisches Umfeld:

- Mechanische Aufnahmen
- Hardpoints
- Druckspantdurchführung

Einschränkungen:

- Gewährleistung der Druckdichtigkeit
- Funktion der Gleitpfadantenne
- Entfall der 5-Loch-Sonde
- Anzahl der modifizierbaren Radome
- max. Masse -> Manöverlasten
- max. Leitungslänge
- Aerodynamik, Basissysteme etc..

Integration des OASys AI-130 an der VFW 614 ATTAS



im Namen des WASLA-HALE Teams:



danke für die Aufmerksamkeit!

