Unbemannte Luftfahrzeuge in den Streitkräften –

Möglichkeiten und Grenzen der Luftraumintegration aus heutiger Sicht

Oberst i. G. Mittelberg

Gliederung

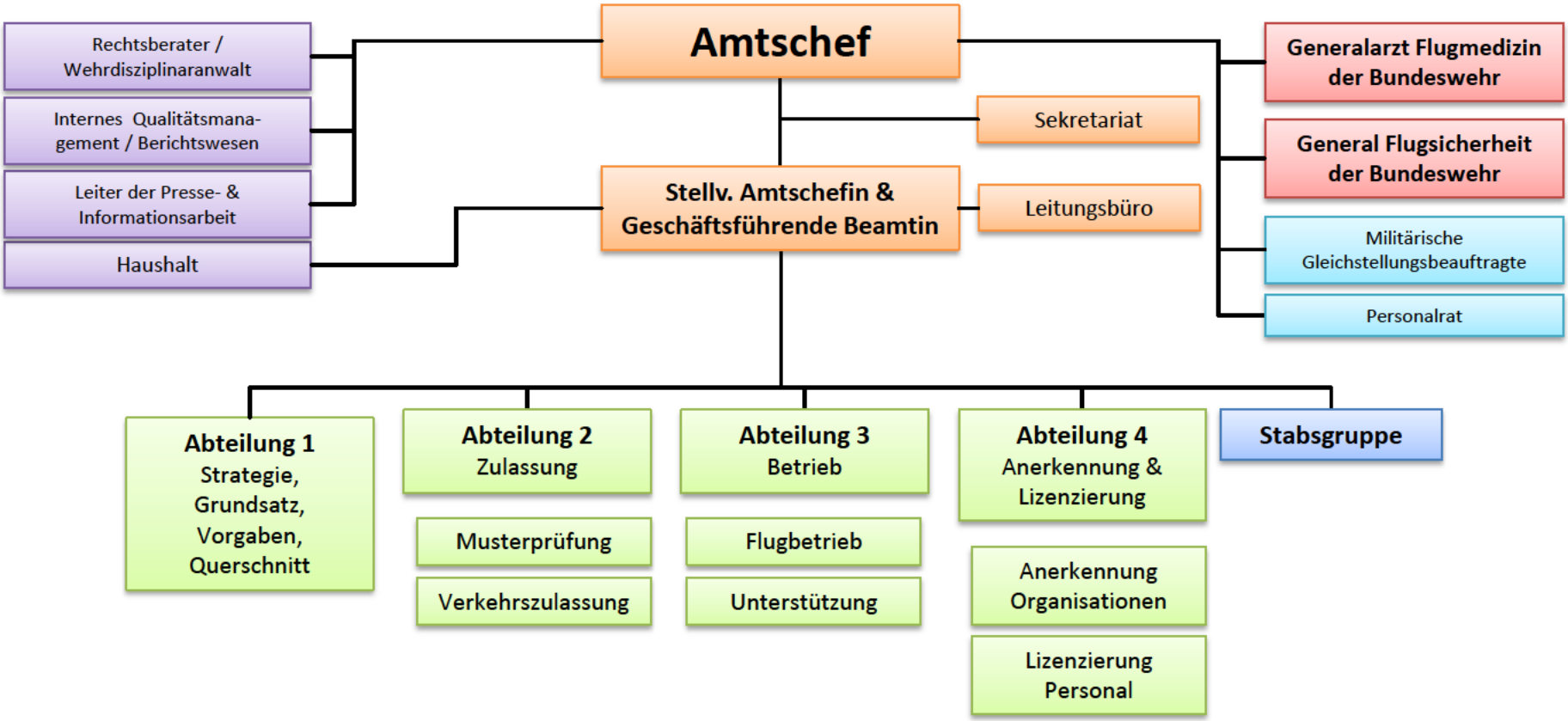
- Einleitung
- Lagefeststellung
- Way ahead (MALE 2025)
- Zusammenfassung

Gliederung

- Einleitung
- Lagefeststellung
- Way ahead (MALE 2025)
- Zusammenfassung

Einleitung

Das Luftfahrtamt der Bundeswehr

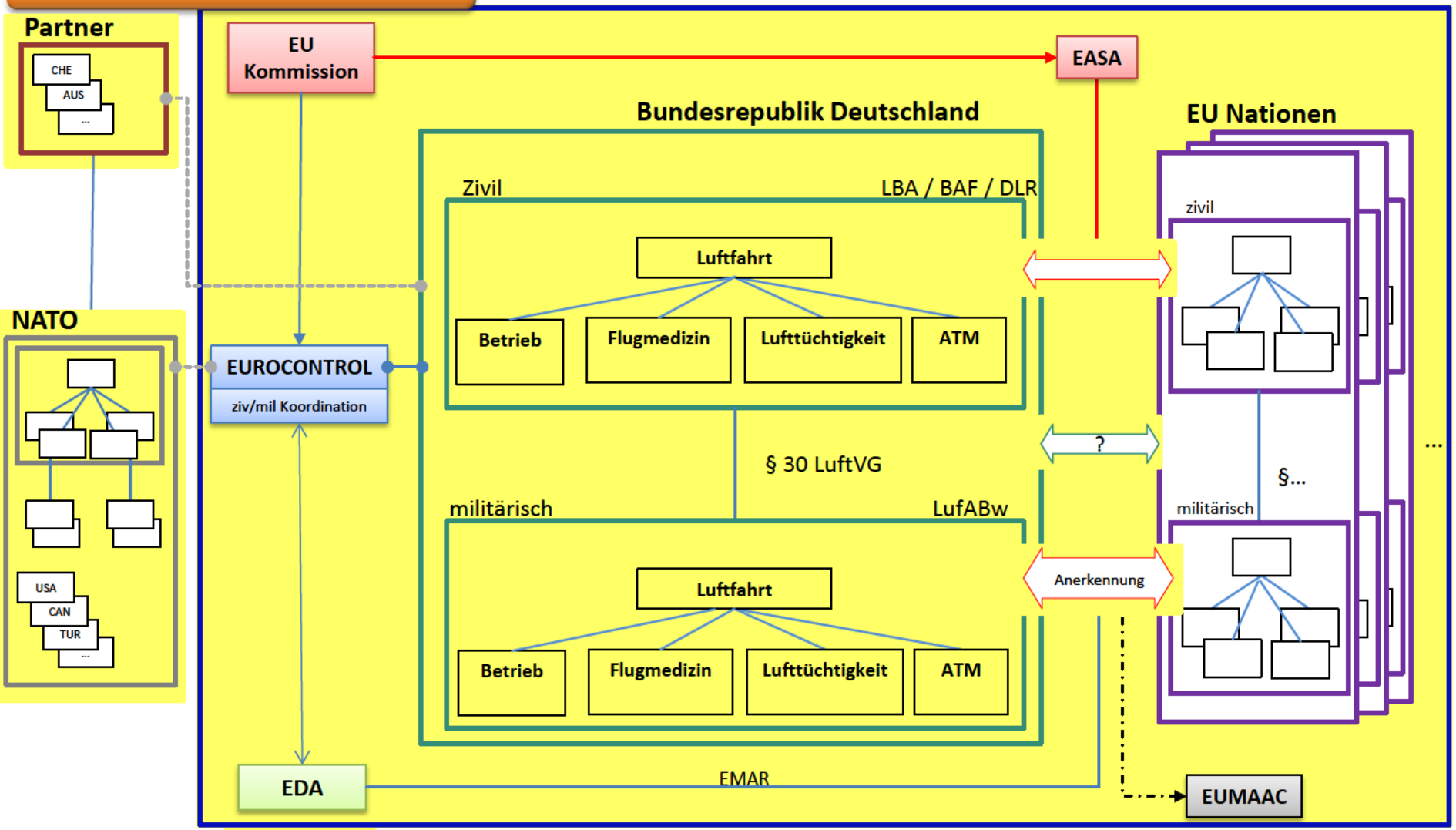


Luftfahrtamt der Bundeswehr

German Military Aviation Authority

Bundeswehr

Das "Aviation System"



Einleitung

Einsatzspektrum für UAS

- **Unmittelbare Nahaufklärung**
- **Aufklärung und Überwachung im mittleren Bereich**
- **Artilleriebeobachtung, Zielaufklärung, Battle Damage Assessment**
- **Überwachung von Räumen**
- **Fernaufklärung, Zielmarkierung**
- **Wirkung durch bordseitigen Waffeneinsatz**
- **Einsatz in kontaminierten Gebieten**

Einleitung

Integration von UAS in Luftraum

Krise und Krieg: Einsatzflugbetrieb

- Militärische Luftraumstruktur
- ROE (Rules of Engagement)
- Vorgaben des Einsatzführungskommandos
- Ggf. Mandatierung durch den Bundestag
- Operational Risk Management

→ Integration in den Luftraum keine besondere Herausforderung

Friedensflugbetrieb

- Luftraum nicht in militärischer Verantwortung
- Zivile Luftraumstruktur
- Ggf. Änderung am funktionalen System erforderlich
- Vorgaben des Bundesaufsichtsamtes für Flugsicherung (BAF)

→ Herausforderung: Integration in den Luftraum

Gliederung

- Einleitung
- Lagefeststellung
- Way ahead (MALE 2025)
- Zusammenfassung

Lagefeststellung

Rechtliche Rahmenbedingungen

§ 1 Luftverkehrsgesetz (LuftVG)

Die Benutzung des Luftraums durch Luftfahrzeuge ist frei, soweit sie nicht durch dieses Gesetz, durch die zu seiner Durchführung erlassenen Rechtsvorschriften, durch im Inland anwendbares internationales Recht, durch Rechtsakte der Europäischen Union und die zu deren Durchführung erlassenen Rechtsvorschriften beschränkt wird. … Ebenfalls als Luftfahrzeuge gelten unbemannte Fluggeräte einschließlich ihrer Kontrollstation, die nicht zu Zwecken des Sports oder der Freizeitgestaltung betrieben werden (unbemannte Luftfahrtsysteme).

Luftverkehrs-Ordnung (LuftVO)

…Voraussetzungen und Bedingungen für die Teilnahme am Luftverkehr…

Lagefeststellung

Rechtliche Rahmenbedingungen

§ 30 Luftverkehrsgesetz (LuftVG)

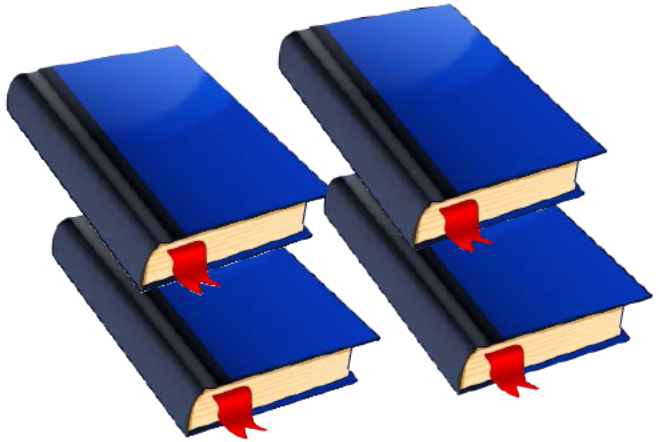
Die Bundeswehr sowie die auf Grund völkerrechtlicher Verträge in der Bundesrepublik Deutschland stationierten Truppen dürfen von den Vorschriften des Ersten Abschnitts dieses Gesetzes – ausgenommen die §§ 12, 13 und 15 bis 19 - und den zu seiner Durchführung erlassenen Vorschriften **abweichen**; soweit dies **zur Erfüllung** ihrer **besonderen Aufgaben** unter **Berücksichtigung der öffentlichen Sicherheit oder Ordnung** erforderlich ist… Von den Vorschriften über das Verhalten im Luftraum darf nur abgewichen werden, soweit dies zur Erfüllung hoheitlicher Aufgaben **zwingend notwendig** ist.

Lagefeststellung

Rechtliche Rahmenbedingungen

Beispiele für Regelungen innerhalb der Bundeswehr:

- „Flugbetriebsordnung der Bundeswehr“
- „Flugbetrieb für unbemannte Luftfahrzeuge“
- „Flugbetriebsverfahren für unbemannte Luftfahrzeuge der Bundeswehr“
- „Das Prüf- und Zulassungswesen für Luftfahrzeuge und Luftfahrtgerät“



- Flugbetriebshandbücher
- Standard Operating Procedures (SOP)
- NATO Standardisation Agreements (STANAGs)

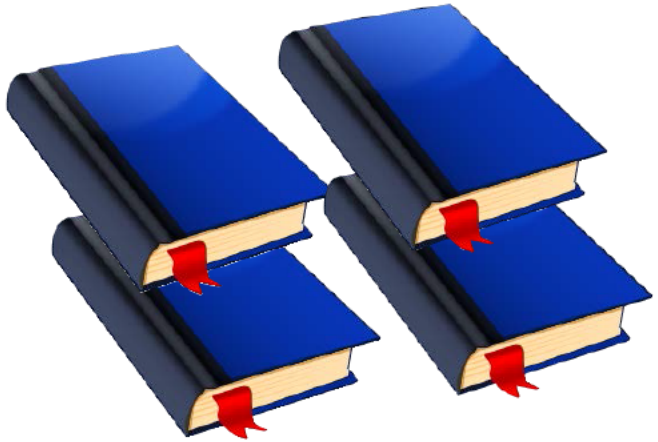
Regelungen und Prozesse aus einer Hand für alle Gewichtsklassen und in nahezu allen Bereichen.

Lagefeststellung

Rechtliche Rahmenbedingungen

Beispiele für UAS-spezifische NATO-Vorschriften (STANAGs):

- JCGUAV
  - 4586 „Standard Interface to UAS Control Systems“
  - 4660 „Interoperable Command and Control Links“
- FINAS
  - 4670 „Training of UAS Operators“
  - Zulassungsvorschriften:
    - 4702 „Rotary Wing“
    - 4671 „Unmanned Aerial Vehicles Systems Airworthiness Requirements (USAR)“ (> 150 kg)
    - 4703 „Light USAR“



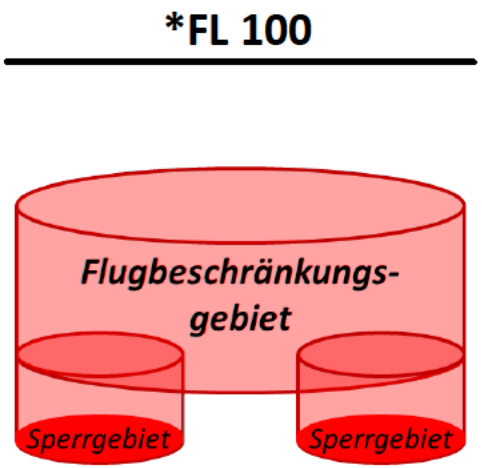
Lagefeststellung

Einteilung von UAS in der Bundeswehr

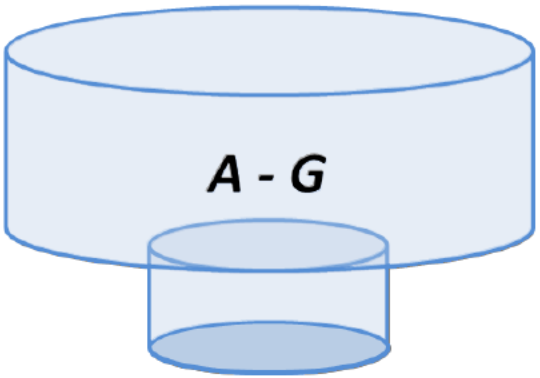
In Überarbeitung!

Z.B.: „Das Prüf- und Zulassungswesen für Luftfahrzeuge und Luftfahrtgerät“

Kategorie 1



Kategorie 2*



Kategorie 3

Lagefeststellung

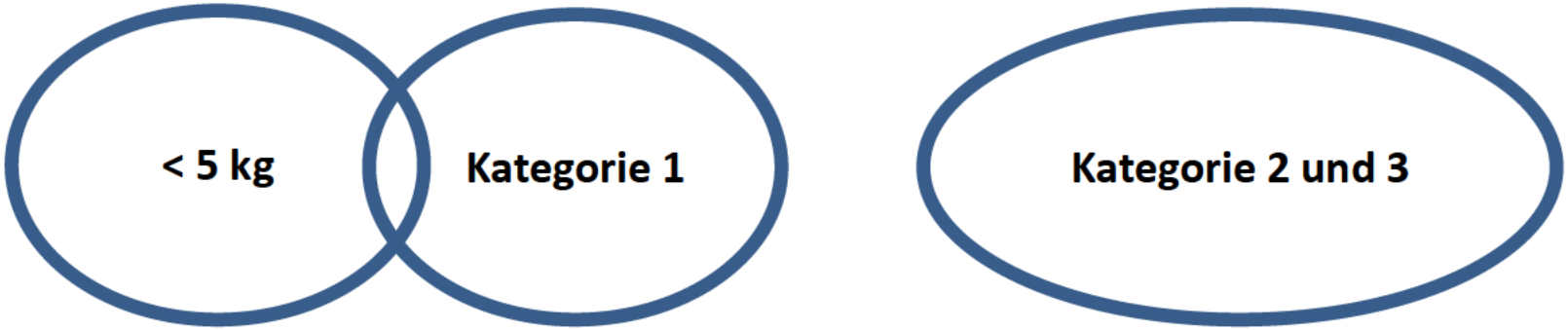
Einteilung von UAS in der Bundeswehr

In Überarbeitung!

Z.B.: „Das Prüf- und Zulassungswesen für Luftfahrzeuge und Luftfahrtgerät“

Nicht zulassungpflichtig

Zulassungpflichtig



Aber: Sicherheitsprüfung

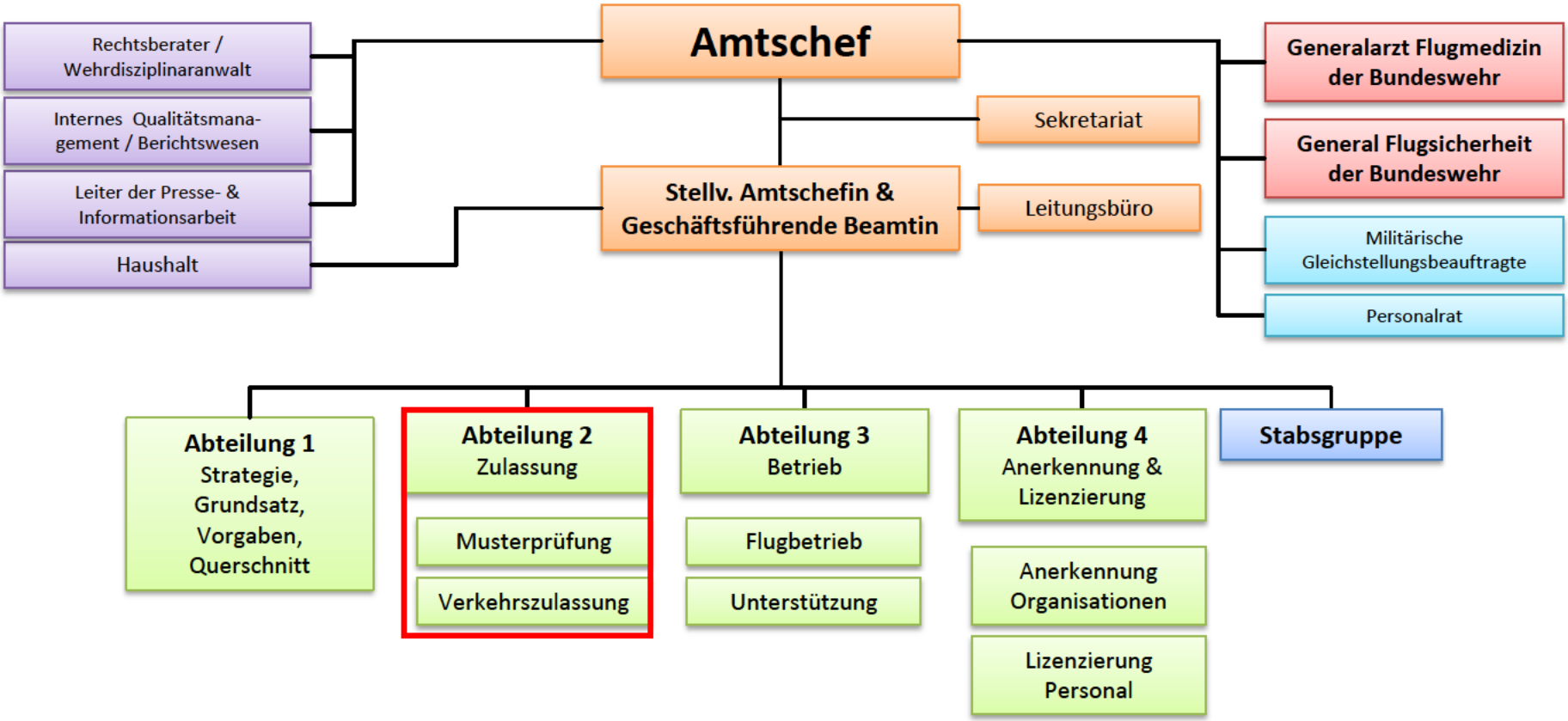
Luftfahrtamt der Bundeswehr

German Military Aviation Authority

Bundeswehr

Lagefeststellung

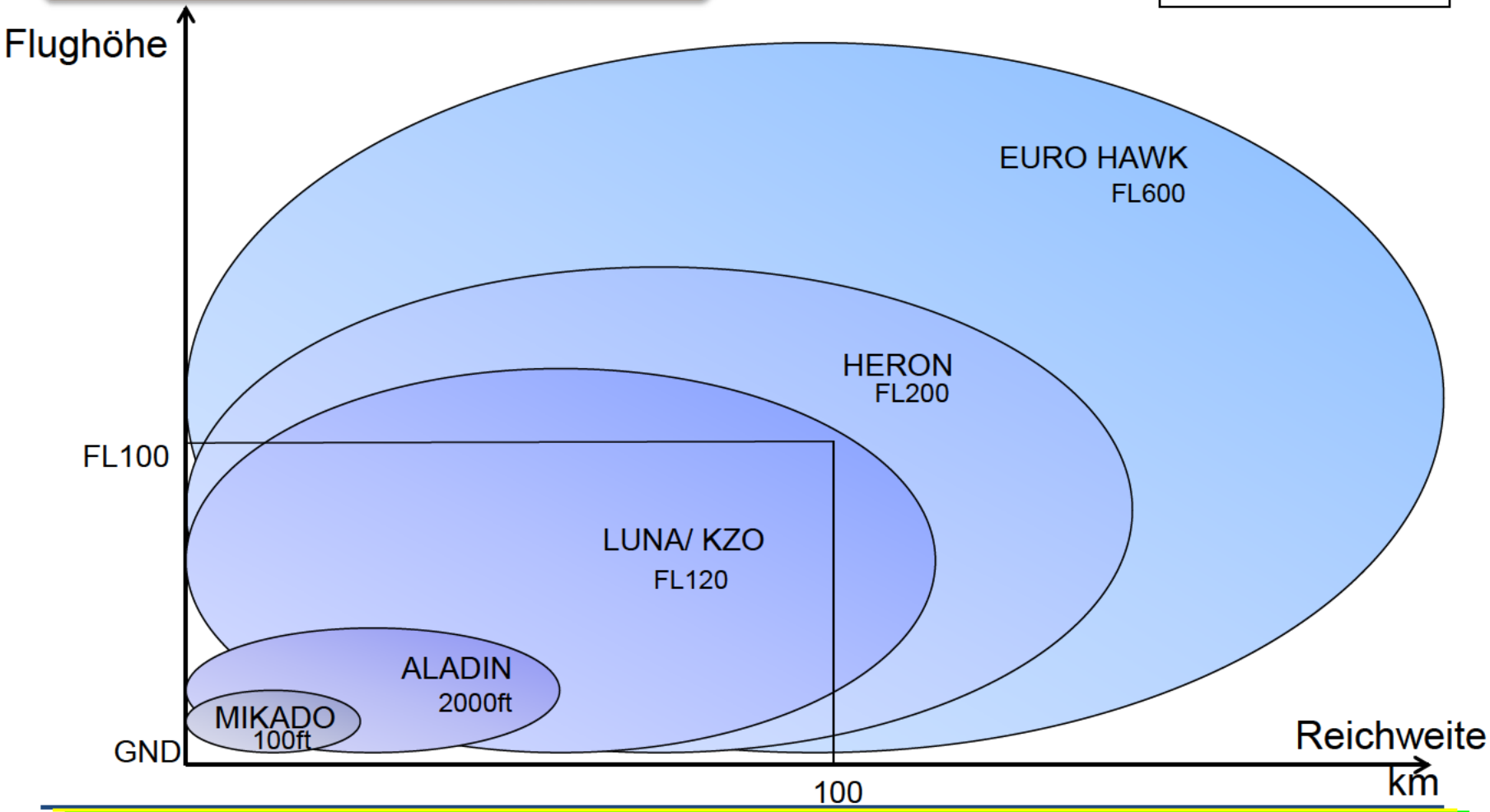
Einteilung von UAS in der Bundeswehr



Up to now: Integration von UAS der Bundeswehr

Einteilung von UAS in der Bundeswehr

nicht maßstabsgetreu



Lagefeststellung

Einteilung von UAS in der Bundeswehr

Bezeichnung	TSK	UAS Kategorie
MIKADO	Heer, Marine	**Mischform**
ALADIN	Heer, Marine	**Mischform**
LUNA	Heer	**2**
KZO	Heer	**2**
CL-289 *(a.D.)*	Heer *letzter Flug: 18.3.2009*	**2**
HERON 1	Luftwaffe/ Industrie	**2**
(Euro Hawk)	Luftwaffe	**2***

Lagefeststellung

Beispiel: Integration EuroHAWK

MOU zwischen BMVBS und BMVg

Sicherheitsmaßnahmen und Voraussetzungen

Validierung
01/2008 – 02/2011

Risiken

Sicherheitsbewertung

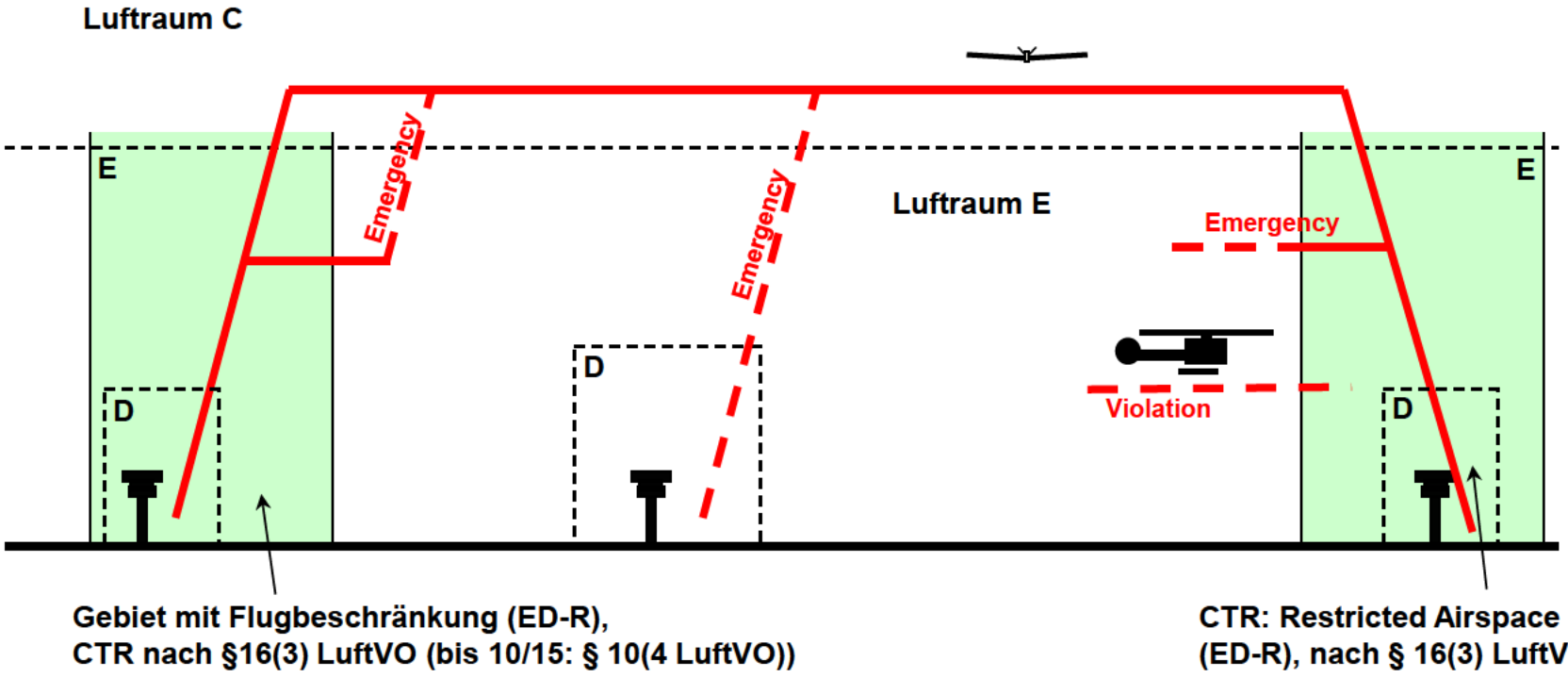
Ergebnis
Teilnahme EuroHAWK am allgemeinen Luftverkehr, sofern entsprechende Verkehrszulassung vorliegt

Ferry Flight:
21./22.07.2011

LoA

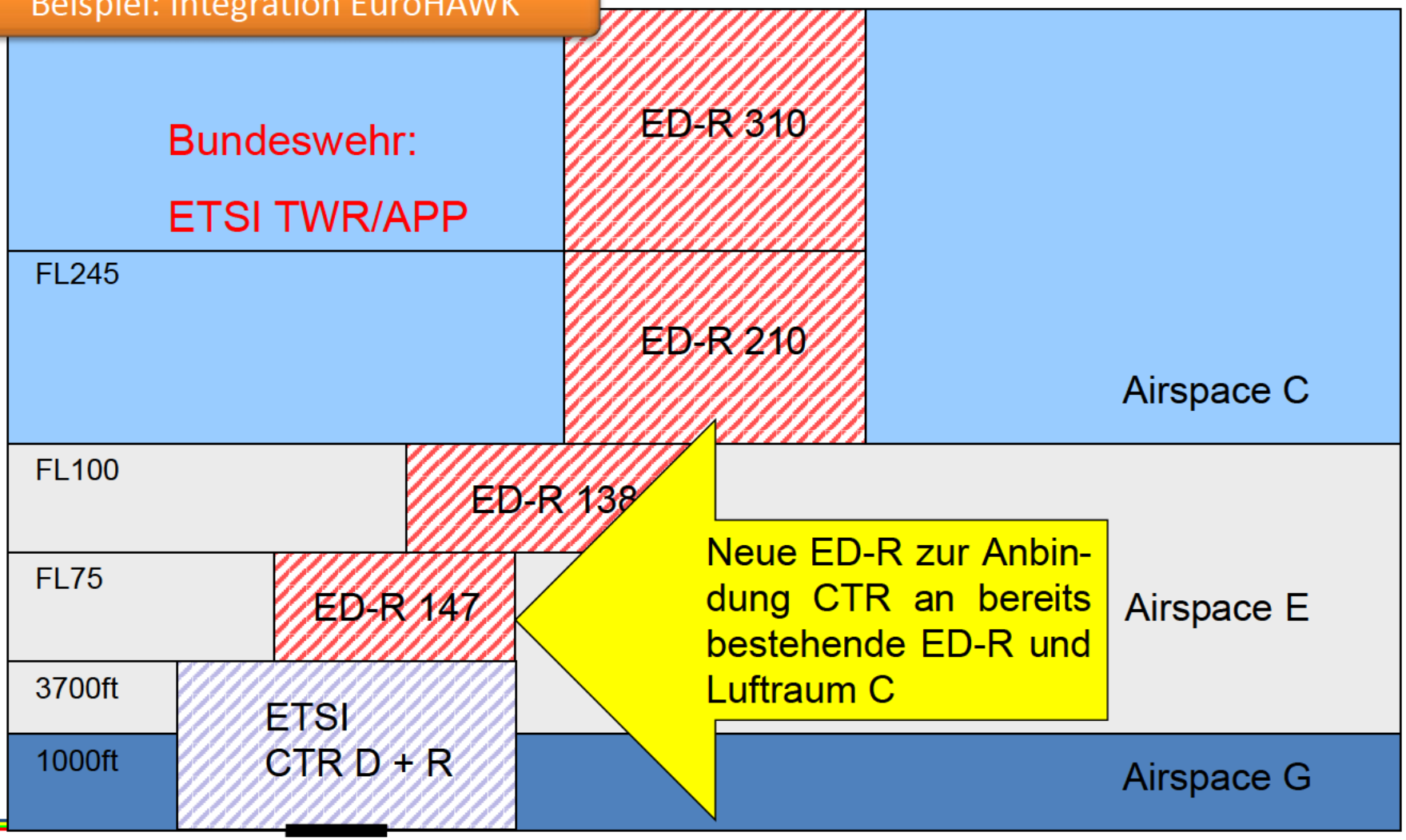
Lagefeststellung

Beispiel: Integration EuroHAWK

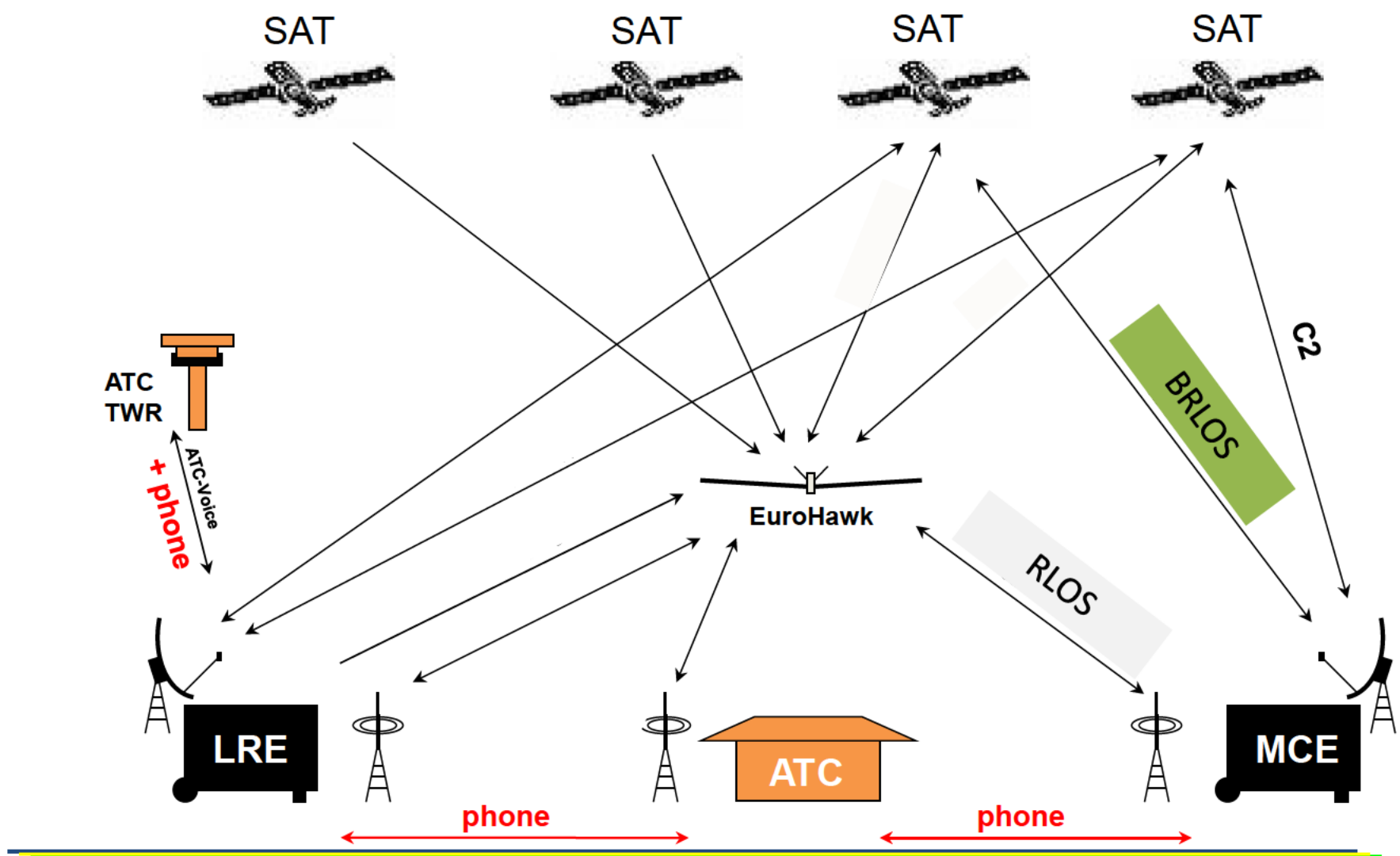


Lagefeststellung

Beispiel: Integration EuroHAWK

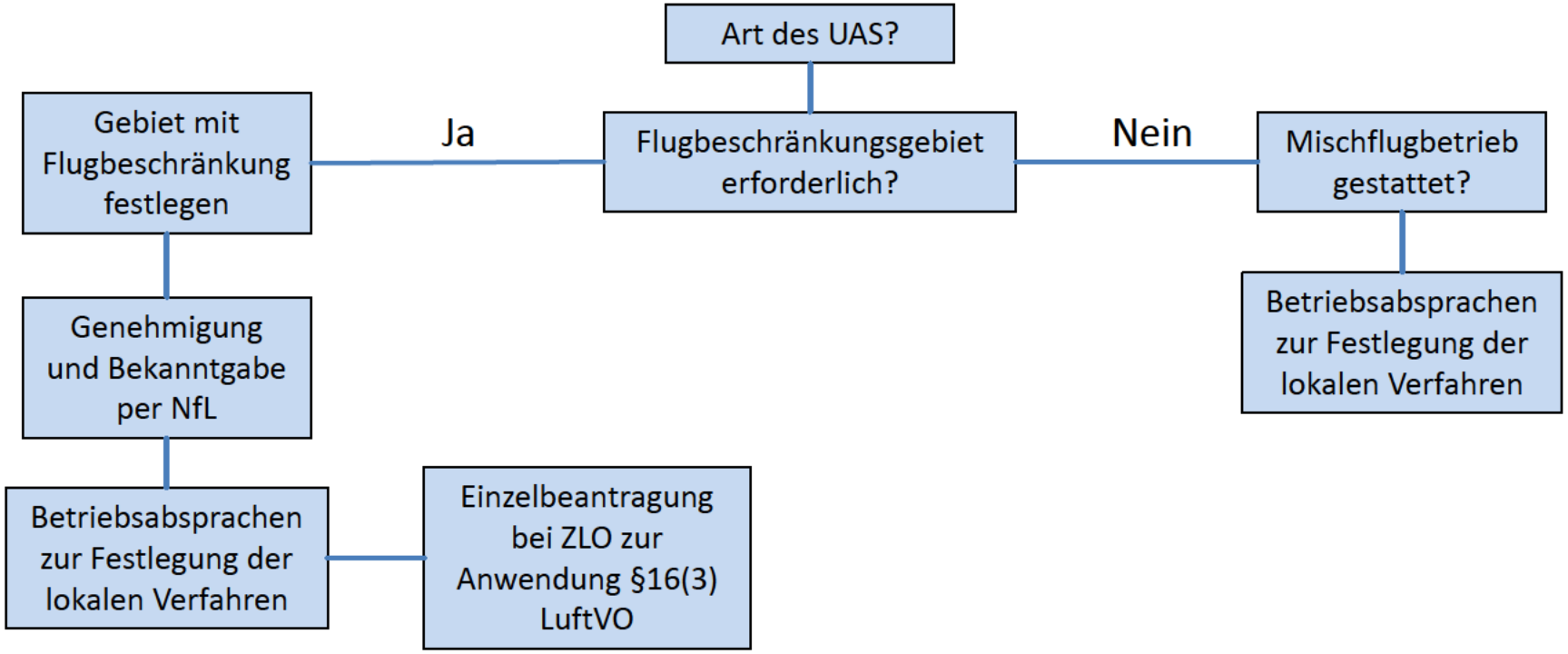


Lagefeststellung



Lagefeststellung

Beispiel: UAS der Kategorie 2 innerhalb von Kontrollzonen

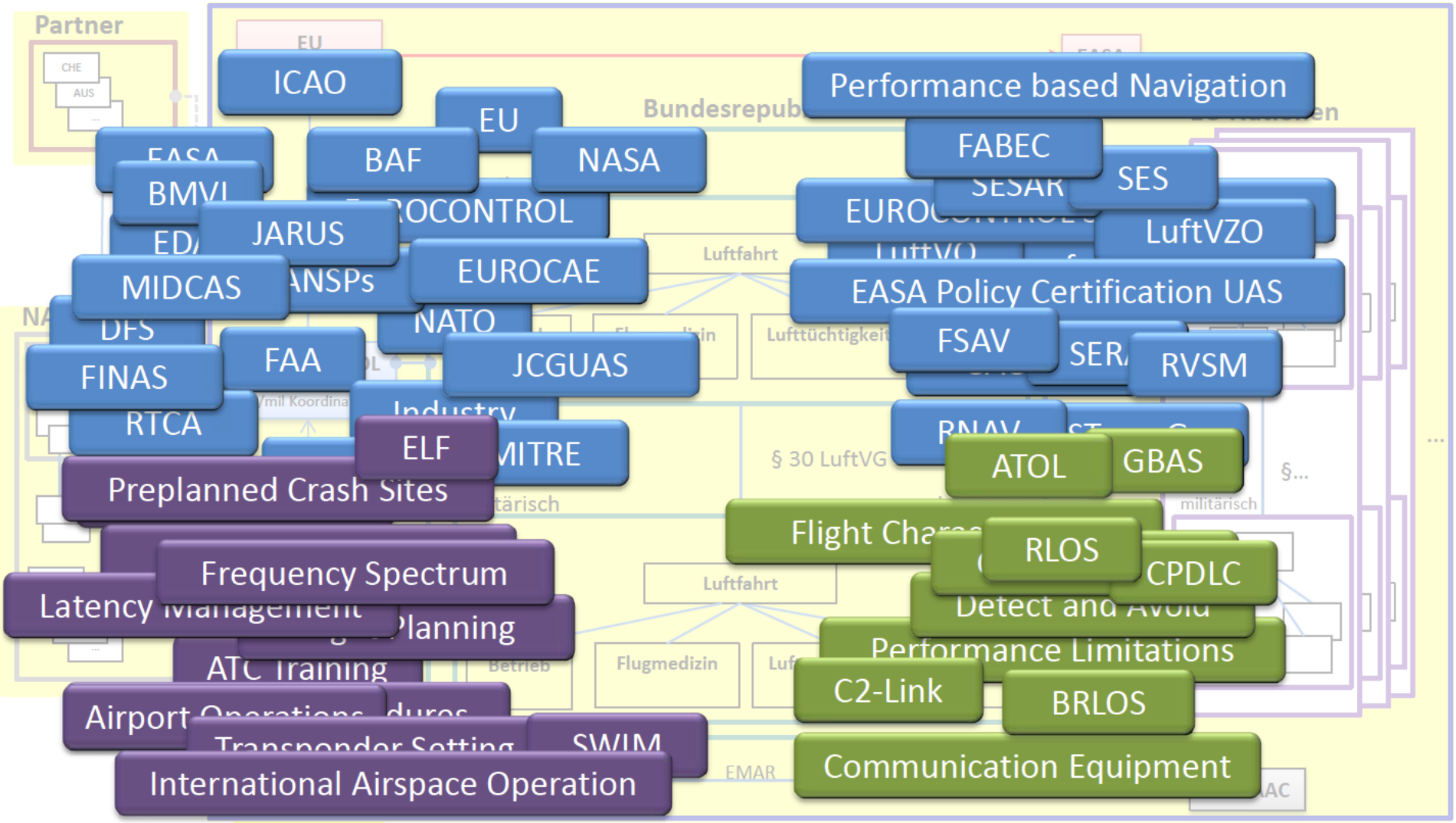


§16(3) LuftVO: „…Lufträumen, in denen auch für Flüge nach Sichtflugregeln eine Flugverkehrskontrollfreigabe erforderlich ist…“

Gliederung

Einleitung
Lagefeststellung
Way ahead (MALE 2025)
Zusammenfassung

Way ahead (MALE 2025)



Way ahead (MALE 2025)

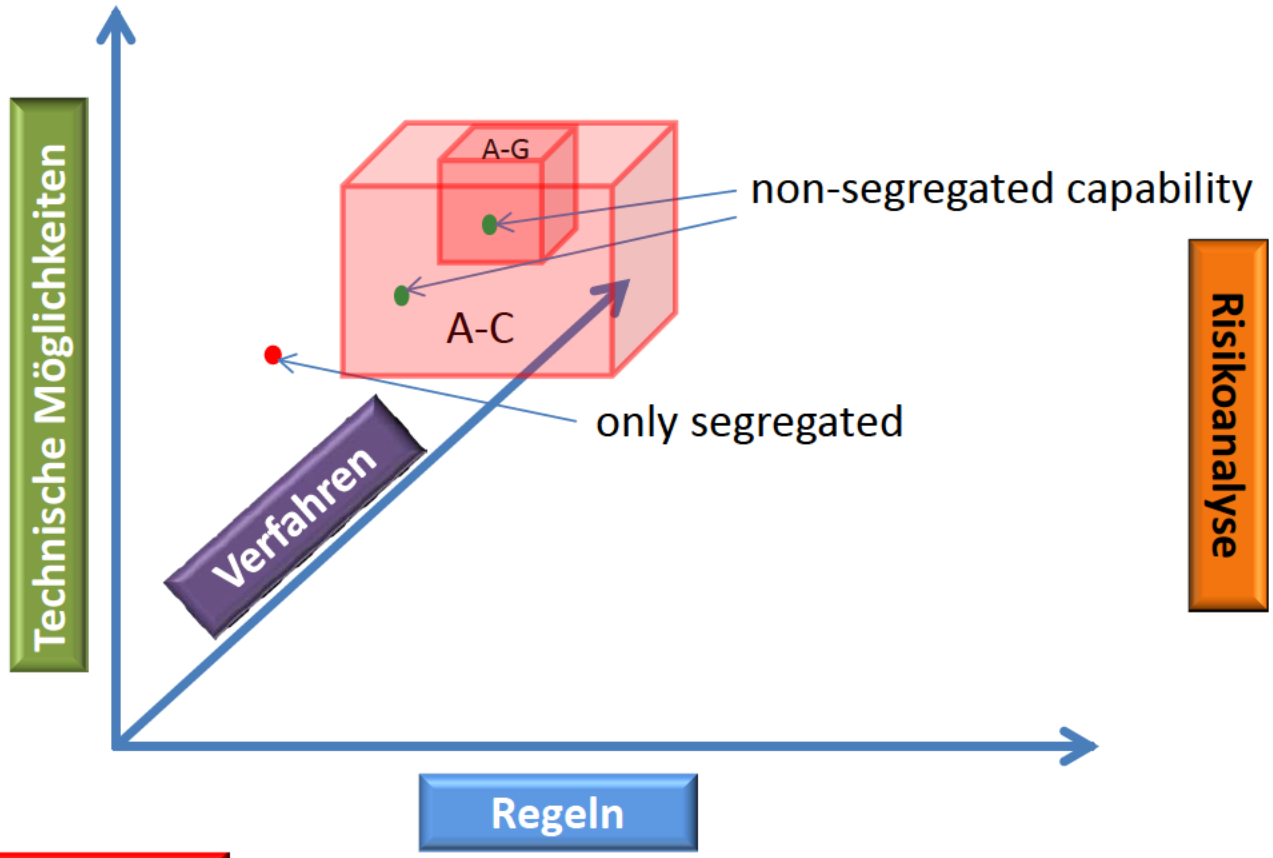
Way ahead (MALE 2025)

Wie werden militärische UAS 2025 integriert?

Was muss betrachtet werden, um UAS nach den in 2025 geltenden Regeln zweckmäßig integrieren zu können?

Way ahead (MALE 2025)

Was ist im Friedensflugbetrieb militärisch erforderlich?



Public Acceptance?

Way ahead (MALE 2025)

Handlungs- und Gestaltungsfelder

Regeln

ICAO

JARUS — EASA — RPAS Panel

?

BAF — FSAV

Ausrüstungsforderungen für UAS?

Möglichkeit 1	Möglichkeit 2	Möglichkeit 3
Ergänzung der FSAV um den Anteil UAS	• Keine Ergänzung der FSAV um UAS • Militärische Musterzulassung • Ggf. Ergänzung um risikobasierte betriebliche Verfahren	...

National

Luftfahrtamt der Bundeswehr

German Military Aviation Authority

Bundeswehr

Way ahead (MALE 2025)

Handlungs- und Gestaltungsfelder

Regeln

ICAO

JARUS

EASA

RPAS Panel

SES

ICAO Annexes

Militärische Musterzulassung (> 150 kg)

Nationale Militärische Zulassungsvorschrift

EASA Policy Statement
...

STANAG 4671 Ed. 3
...

**Für Teilnahme am allgemeinen Luftverkehr:
Zentrale Rolle von zivilen Behörden**

National/ International

Luftfahrtamt der Bundeswehr

German Military Aviation Authority

Bundeswehr

Way ahead (MALE 2025)

Handlungs- und Gestaltungsfelder

Regeln

ICAO

JARUS

EASA

RPAS Panel

SES

ICAO Annexes

Militärische Musterzulassung (> 150 kg)

Nationale Militärische Zulassungsvorschrift

EASA Policy Statement
...

STANAG 4671 Ed. 3
...

**Für Teilnahme am allgemeinen Luftverkehr:
Zentrale Rolle von zivilen Behörden**

National/ International

Way ahead (MALE 2025)

Handlungs- und Gestaltungsfelder

Fotos:
Public Domain License
Bundeswehr

Way ahead (MALE 2025)

Handlungs- und Gestaltungsfelder

!

≠

Fotos: Bundeswehr, CC-Lizenz, NASA

Way ahead (MALE 2025)

Handlungs- und Gestaltungsfelder

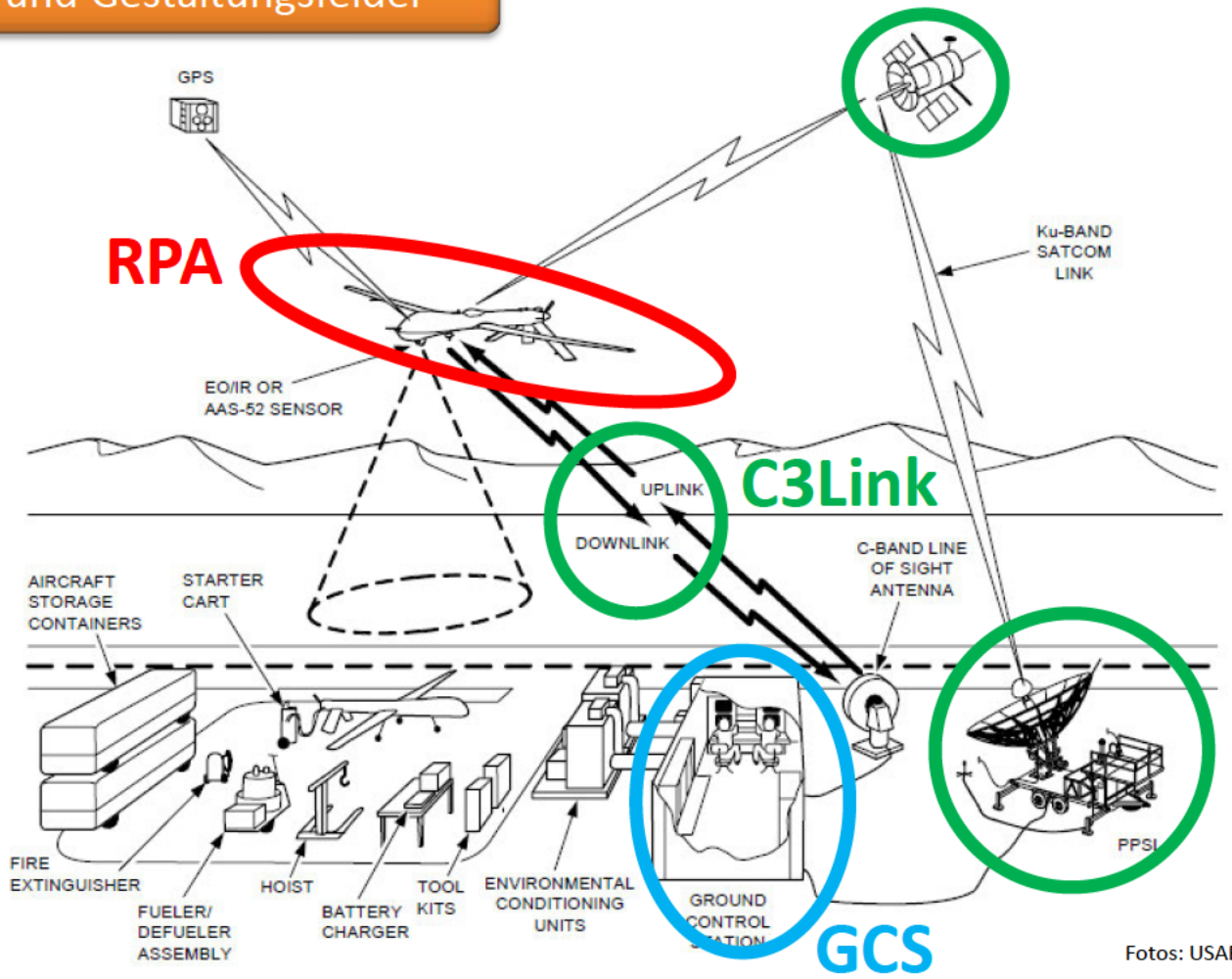
Gesamtsystem „Flugzeug“

- Struktur
- Triebwerk
- Kraftstoffsystem
- Hydraulik
- Elektrik
- Software
- Flight Control System
- Navigation
- […]

Foto: Bundeswehr

Way ahead (MALE 2025)

Handlungs- und Gestaltungsfelder



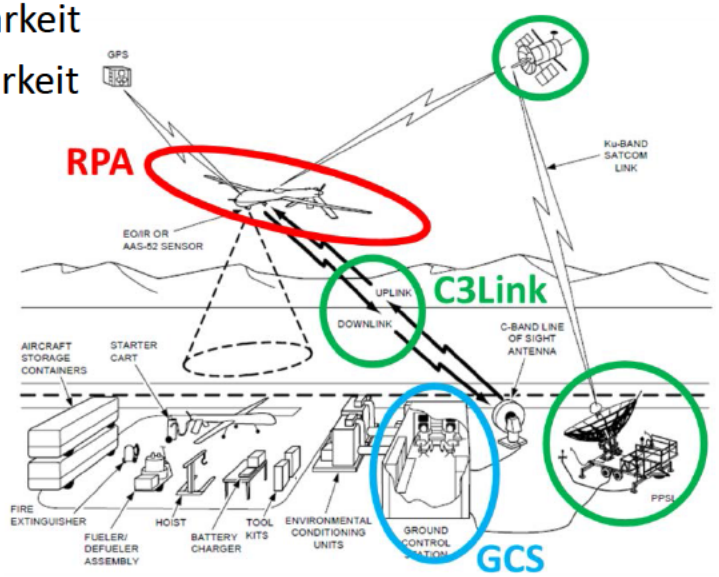
Fotos: USAF AAIB

Way ahead (MALE 2025)

Handlungs- und Gestaltungsfelder

Gesamtsystem „RPAS“

- Teilsystem RPA
  - Triebwerk
  - Kraftstoffsystem
  - Hydraulik
  - Elektrik
  - Software
  - Flight Control System
  - Navigation
  - […]
- Teilsystem GCS
  - Hardware / Software
  - Energieversorgung
  - Klimasystem
  - […]
- Teilsystem C3 Link
  - Antennen
  - Latenzzeiten
  - Satellitenverfügbarkeit
  - Frequenzverfügbarkeit
  - Verschlüsselung
  - […]



Fotos: USAF AAIB

Way ahead (MALE 2025)

Handlungs- und Gestaltungsfelder

Regeln

Militärische Musterzulassung (> 150 kg)

Nationale Militärische Zulassungsvorschrift

EASA Policy Statement
...

STANAG 4671 Ed. 3
...

EASA Policy Statement

Airworthiness Certification of Unmanned Aircraft Systems (UAS)

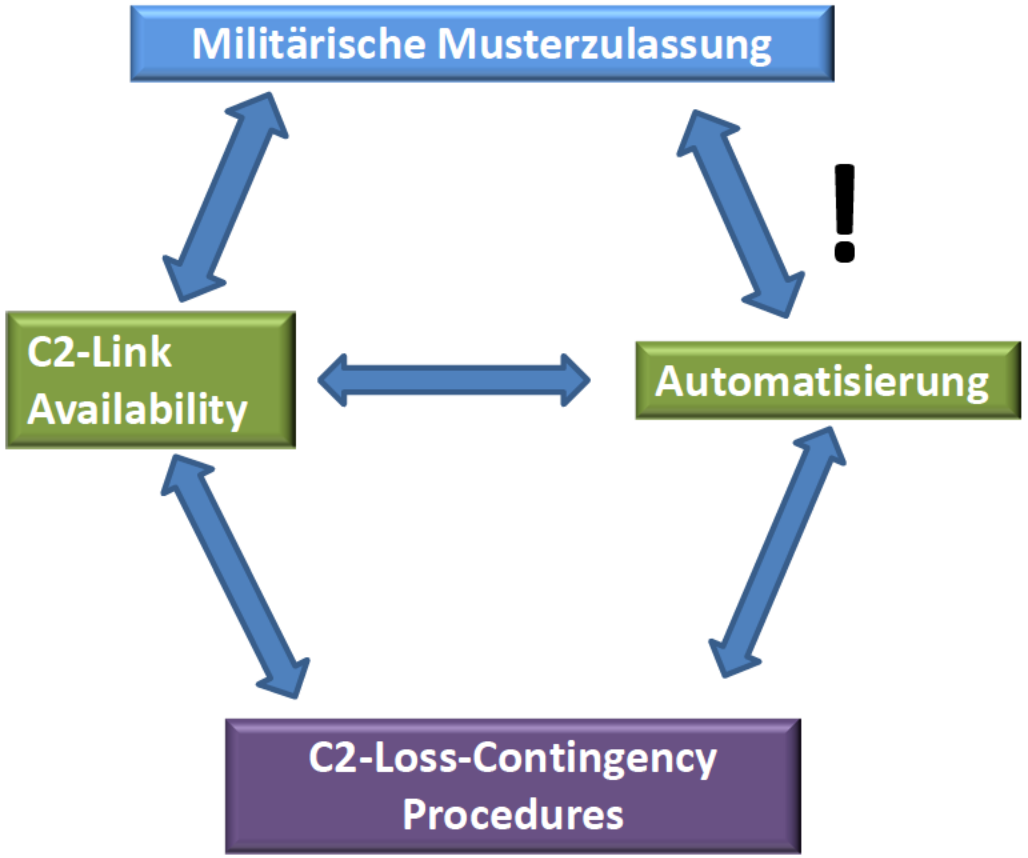
- Airworthiness objective primarily people and property on the ground
- Compliance with defined type-certification basis vs. safety target approach
- STANAG 4671 Ed. 3 may be accepted as type certification basis

Way ahead (MALE 2025)

Handlungs- und Gestaltungsfelder

- Regeln
- Technische Möglichkeiten
- Verfahren
- Risikoanalyse

Beispiel: C2-Link

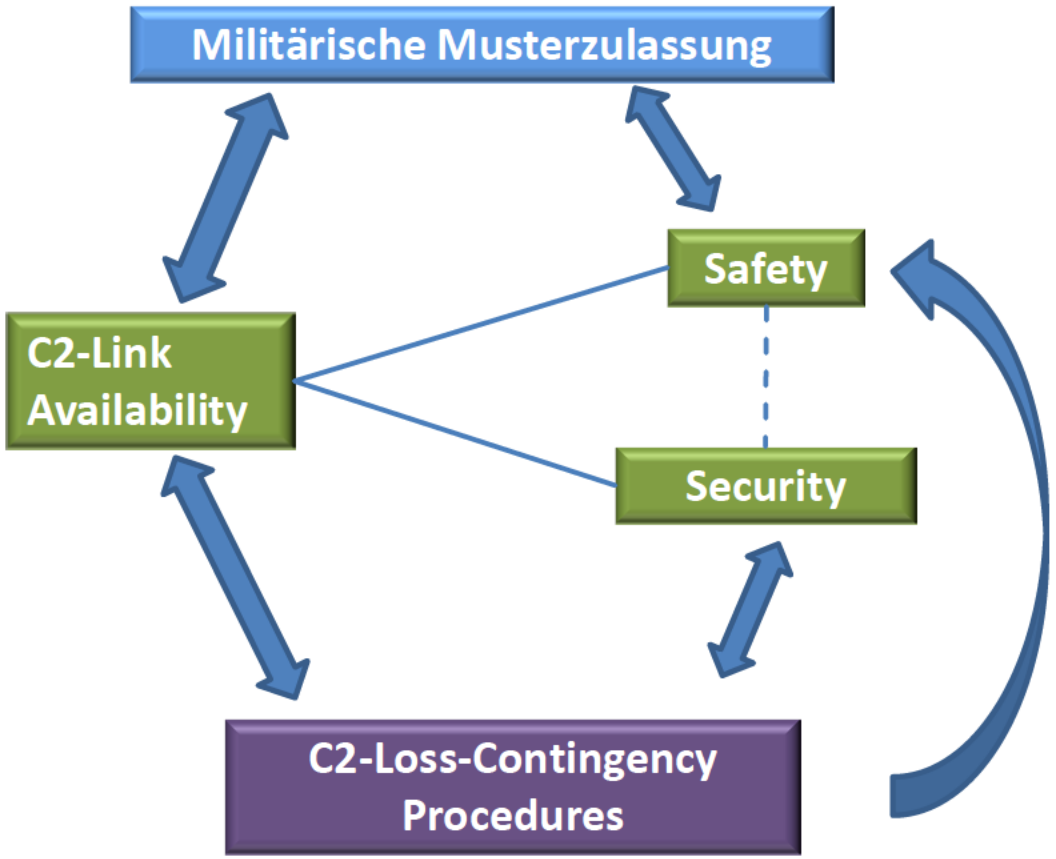


Way ahead (MALE 2025)

Handlungs- und Gestaltungsfelder

- Regeln
- Technische Möglichkeiten
- Verfahren
- Risikoanalyse

Beispiel: C2-Link



Way ahead (MALE 2025)

Handlungs- und Gestaltungsfelder

Beispiel: Risikomatrix

Risikoanalyse

Risikomatrix		Mögliche Folgen der Ereignisse			
	Eintritts-wahrschein-lichkeit	Catastrophic	Hazardous	Major	Minor
Frequent	Schwellwert	1	3	7	13
Probable	Schwellwert	2	5	9	16
Remote	Schwellwert	4	6	11	18
Extremely remote	Schwellwert	8	10	14	19
Extremely improbable	Schwellwert	12	15	17	20

	nicht akzeptables Risiko, Risikostatus=1
	hohes Risiko, Risikostatus von 2 bis 5
	ernstes Risiko, Risikostatus von 6 bis 9
	Akzeptanz im Regelverfahren, Risikostatus von 10 bis 20

Way ahead (MALE 2025)

Handlungs- und Gestaltungsfelder

Beispiel: Cyber Security

A computer virus has infected the cockpits of America's Predator and Reaper drones, logging pilots' every keystroke as they remotely fly missions over Afghanistan and other warzones.

Quelle: http://www.wired.com/2011/10/virus-hits-drone-fleet/

"We keep wiping it off, and it keeps coming back," … "We think it's benign. But we just don't know."

Way ahead (MALE 2025)

Handlungs- und Gestaltungsfelder

Beispiel: Cyber Security

Gefährdung UAS allgemein

Physical attacks

- Zerstörung von RPAS-Komponenten, z.B. GCS (Ground Control Station)
- Angriff auf den Piloten
- Zerstörung von Satelliten

Electronic attacks

- jamming
- spoofing
- meaconing

Cyber attacks

- Hacken über Internet
- Manipulation
- Cyber-Attacken auf spezifische Informationsnetz-werke

Way ahead (MALE 2025)

Handlungs- und Gestaltungsfelder

Beispiel: Cyber Security

Hardware – handelsübliche Produkte (COTS = Commercial-of-the-Shelf)

→ oft in GCS verwendet

→ viele Vertragspartner, Untervertragspartner und Lieferunternehmen für ein einziges Produkt

→ viele Möglichkeiten, in die Herstellungskette einzugreifen

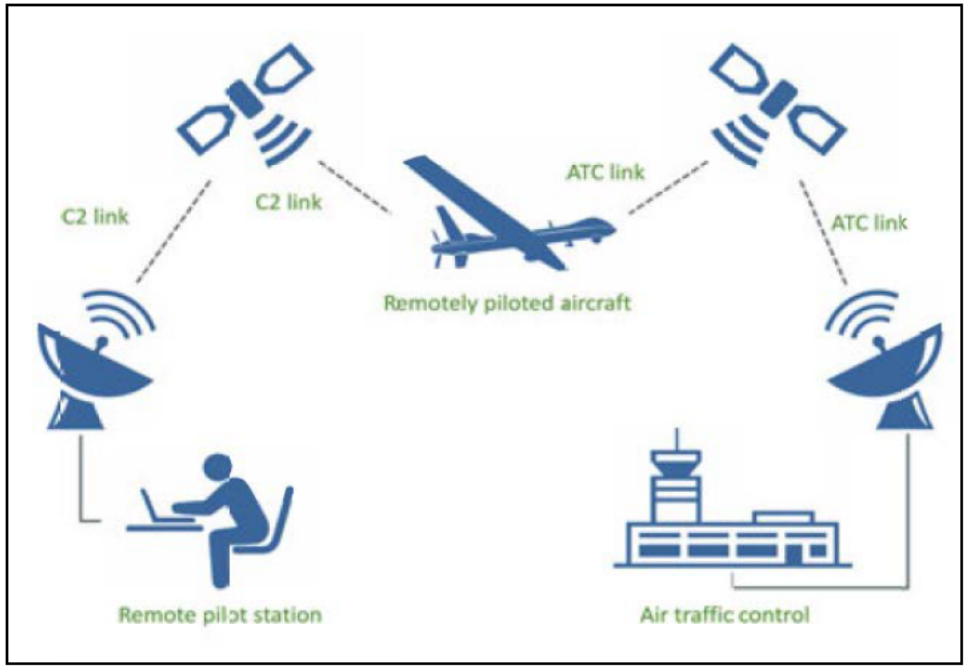
Global Supply Chain IPhone 5

Way ahead (MALE 2025)

Handlungs- und Gestaltungsfelder

Beispiel: Cyber Security

Software



→ enthalten in GCS, RPA, Satelliten, Unterstützungssysteme (z.B.: Logistik, Wartung)

→ breites Spektrum zum Eindringen in das RPAS-Netzwerk

Militante Gruppen haben mehrfach bewiesen, dass sie unverschlüsselte Full Motion Videos (FMV) abgreifen können!

Way ahead (MALE 2025)

Handlungs- und Gestaltungsfelder

- Regeln
- Technische Möglichkeiten
- Verfahren
- Risikoanalyse

Beispiel: Pilot on/ in the loop

- Militärische Musterzulassung
- Lizenzierung
- …

Automatisierung
z.B.: ATOL

Pilot
in the loop

Pilot
on the loop

Way ahead (MALE 2025)

Handlungs- und Gestaltungsfelder

- Regeln
- Technische Möglichkeiten
- Verfahren

Risikoanalyse

Beispiel: Flugeigenschaften

- UAS Höhenband?
- RVSM? Separation Minima?
- Only Night/ over high seas?

Flugeigenschaften
- Standard rate?
- Vmax?

- Flight planning
- Contingency Management
- ATC (Separation, Commands)

Way ahead (MALE 2025)

Handlungs- und Gestaltungsfelder

Regeln

Technische Möglichkeiten

Verfahren

Risikoanalyse

Beispiel: Crash Sites?

Einrichtung von Crash Sites

z.B.: Engine Failure

- Das RPA muss zwingend landen/zum Absturz gebracht werden **UND**
- Das RPA kann kein ELF erreichen **UND**
- Das RPA ist noch kontrollierbar **UND**
- Eine Crash Site ist erreichbar

Way ahead (MALE 2025)

Handlungs- und Gestaltungsfelder

- Regeln
- Technische Möglichkeiten
- Verfahren
- Risikoanalyse

Beispiel: Crash Sites?

Einrichtung von Crash Sites

?

Im An-/ Abflugsektor?

z.B.: Engine Failure

- **Twin Engine**
- **Single Engine**

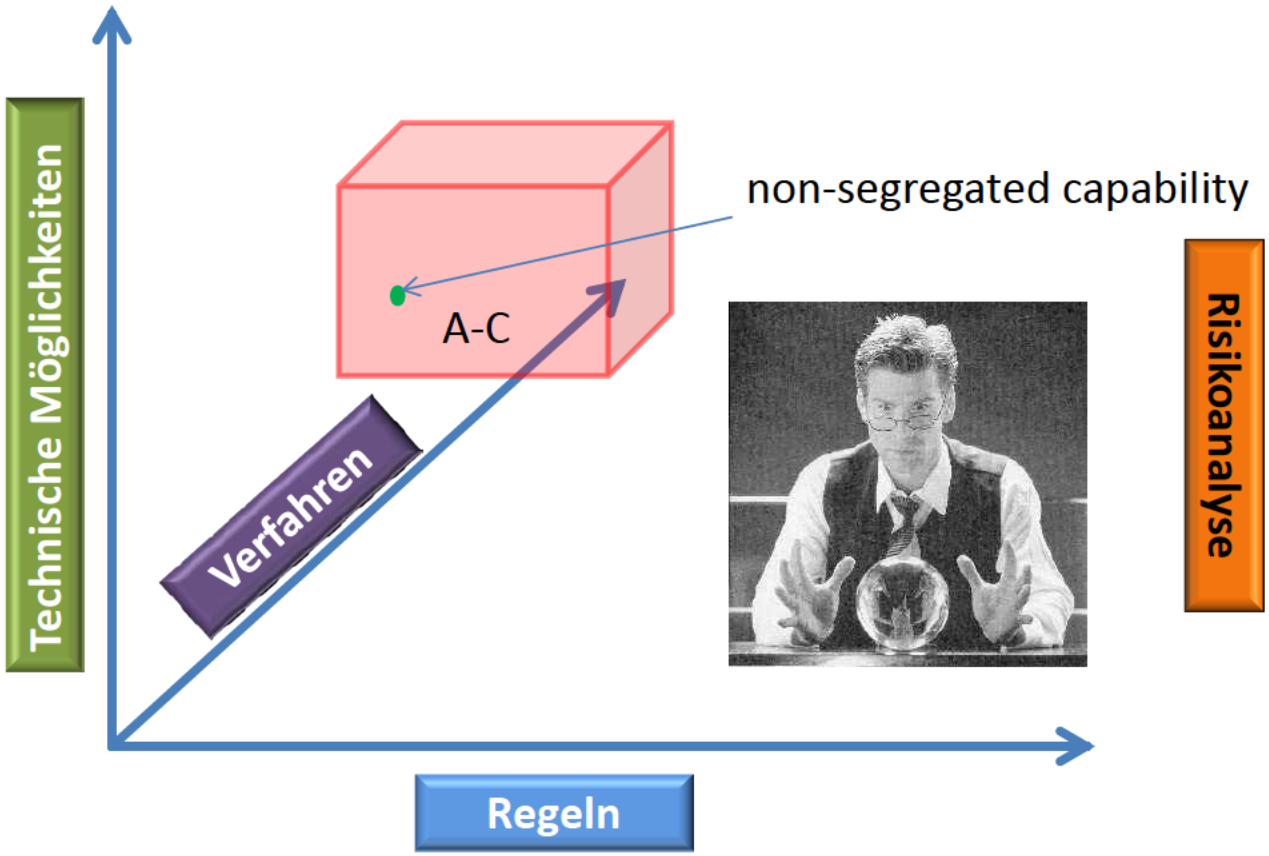
- Das RPA muss zwingend landen/zum Absturz gebracht werden **UND**
- Das RPA kann kein ELF erreichen **UND**
- Das RPA ist noch kontrollierbar **UND**
- Eine Crash Site ist erreichbar

Gliederung

Einleitung
Lagefeststellung
Way ahead (MALE 2025)
Zusammenfassung

Zusammenfassung

Threshold 2025:
IFR OAT in A-C über FL100



Unbemannte Luftfahrzeuge in den Streitkräften – Möglichkeiten und Grenzen der Luftraumintegration aus heutiger Sicht

Oberst i. G. Mittelberg