Betriebshandbuch (ConOps), sowie Specific Operational Risk Assessment (SORA) zum Antrag

auf Erteilung einer Betriebsgenehmigung von

unbemannten Luftfahrtsystemen (UAS)

**DISCLAIMER:**

Diese Vorlage wurde in Zusammenarbeit mit mehreren Landesluftfahrtbehörden erstellt. Sie soll dem Antragssteller den Beantragungsprozess und Übersichtlichkeit für eine Betriebsgenehmigung deutlich erleichtern. Eine Verwendung dieses Dokuments ist somit nur in diesem Rahmen erlaubt, für eine anderweitige Verwendung oder gar kommerzielle Nutzung, muss das Einverständnis der oben genannten Behörden vorliegen.

Dieses Dokument dient lediglich als Orientierungshilfe und hat keine Rechtswirkung. Die Landesluftfahrtbehörden übernehmen keine Haftung für seinen Inhalt. Verbindliche Fassungen der betreffenden Rechtsakte einschließlich ihrer AMC| GM Dokumente sind nur die im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlichten und auf EUR-Lex verfügbaren Texte, sowie der Webseite der EASA.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Erstellt und eingereicht durch[[1]](#footnote-1):***  Name  Adresse  Postleitzahl und Ort | ***Bearbeitet durch[[2]](#footnote-2):*** | |
| ***in Zusammenarbeit mit:***  ggf. helfendes Unternehmen |  |

Inhalt

[A.0 Allgemeine Richtlinien 5](#_Toc87420047)

[A.0.1 Dokumentenkontrolle 5](#_Toc87420048)

[A.0.2 Referenzen 5](#_Toc87420049)

[A.0.3 Checklisten 5](#_Toc87420050)

[A.0.4 Definitionen und Abkürzungen 5](#_Toc87420051)

[A.1 UAS Betreiber 6](#_Toc87420052)

[A.1.1 Einleitung 6](#_Toc87420053)

[A.1.2 Organisationsübersicht 6](#_Toc87420054)

[A.1.2.1 Sicherheit 6](#_Toc87420055)

[A.1.2.2 Design und Produktion 6](#_Toc87420056)

[A.1.2.3 Schulung des am Betrieb beteiligten Personals 6](#_Toc87420057)

[A.1.2.4 Wartung 6](#_Toc87420058)

[A.1.2.5 Besatzung (beteiligte Personen des UAS Betriebs) 7](#_Toc87420059)

[A.1.2.6 UAS Konfigurationsverwaltung 7](#_Toc87420060)

[A.1.2.7 Weitere Positionen und Informationen 7](#_Toc87420061)

[A.2 Betriebshandbuch (ConOps | Operations Manual) 8](#_Toc87420062)

[A.2.1 Betrieb 8](#_Toc87420063)

[A.2.1.1 Beschreibung der Art des UAS Betriebes 9](#_Toc87420064)

[A.2.1.2 Normalbetrieb 10](#_Toc87420065)

[A.2.1.3 Betriebsgrenzen 10](#_Toc87420066)

[A.2.1.4 Standardprozeduren 10](#_Toc87420067)

[A.2.1.4.1 Normale Betriebsverfahren (Operation Volume) 10](#_Toc87420068)

[A.2.1.4.2 Verfahren im Sicherheitsvolumen (Contingency Volume) 10](#_Toc87420069)

[A.2.1.4.3 Notfallverfahren (Emergency Volume) 10](#_Toc87420070)

[A.2.1.4.4 Verfahren zur Meldung von Ereignissen 10](#_Toc87420071)

[A.2.1.5 Notfallplan (ERP – emergency response plan) 11](#_Toc87420072)

[A.2.2 Training der am UAS Betrieb beteiligter Personen (UAS Team) 11](#_Toc87420073)

[A.2.2.1 Allgemeine Informationen 11](#_Toc87420074)

[A.2.2.2 Erstausbildung und Qualifikation 11](#_Toc87420075)

[A.2.2.3 Verfahren zur Aufrechterhaltung der Qualifikation 11](#_Toc87420076)

[A.2.2.4 Flugsimulationstrainingsgeräte 11](#_Toc87420077)

[A.2.2.5 Schulungsprogramm 11](#_Toc87420078)

[A.3 UAS (unbemanntes Luftfahrtsystem) 12](#_Toc87420079)

[A.3.1 Einleitung 12](#_Toc87420080)

[A.3.2 unbemanntes Luftfahrzeug 12](#_Toc87420081)

[A.3.2.1 Flugzeugzelle 12](#_Toc87420082)

[A.3.2.2 Leistungsmerkmale 12](#_Toc87420083)

[A.3.2.3 Antriebssystem 13](#_Toc87420084)

[A.3.2.4 Flugsteuerflächen und Stellmotoren 15](#_Toc87420085)

[A.3.2.5 Sensoren 15](#_Toc87420086)

[A.3.2.6 Nutzlasten - Beladung 15](#_Toc87420087)

[A.3.3 UAS-Steuersegment 15](#_Toc87420088)

[A.3.3.1 Allgemeines 15](#_Toc87420089)

[A.3.3.2 Navigation 16](#_Toc87420090)

[A.3.3.3 Autopilot 16](#_Toc87420091)

[A.3.3.4 Flugsteuerungssystem 16](#_Toc87420092)

[A.3.3.5 Fernpilotensteuerung 17](#_Toc87420093)

[A.3.3.6 Erkennen und Vermeiden System (Detect and Avoid) 17](#_Toc87420094)

[A.3.4 Geofencing 18](#_Toc87420095)

[A.3.5 Bodenunterstützungsausrüstung 18](#_Toc87420096)

[A.3.6 Befehls- und Kontrollverbindungssegment 18](#_Toc87420097)

[A.3.6.1 Verschlechterung der Funkverbindung 19](#_Toc87420098)

[A.3.6.2 Funkverbindungsverlust 19](#_Toc87420099)

[A.3.7. Sicherheitsvorrichtungen 20](#_Toc87420100)

[B.0 Specific Operational Risk Assessment (SORA) 21](#_Toc87420101)

[B.1 Bestimmung der Risikoklassen 21](#_Toc87420102)

[B.1.1 Bodenrisiko (ground risk class = GRC) 21](#_Toc87420103)

[B.1.1.1 Ermittlung des initialen betriebsbedingten Bodenrisikos 21](#_Toc87420104)

[B.1.1.2 Finale Feststellung der Bodenrisikoklasse 21](#_Toc87420105)

[B.1.2 Luftrisiko (air risk class = ARC) 22](#_Toc87420106)

[B.1.2.1. Ermittlung des initialen Luftrisikos 22](#_Toc87420107)

[B.1.2.2 Finale Luftrisikoklasse 23](#_Toc87420108)

[B.1.2.2.1 Strategische Minderungen 23](#_Toc87420109)

[B.1.2.2.2 Minderung der Dichtebewertung 23](#_Toc87420110)

[B.2.1 Taktische Minderungsmaßnahmen 23](#_Toc87420111)

[B.2.2 Anforderungen an Robustheiten (TMPR) 23](#_Toc87420112)

[B.3 SAIL Wert Bestimmung 23](#_Toc87420113)

[B.4 Identifikation der betrieblichen Sicherheitsschritte (OSO) 24](#_Toc87420114)

[B.5 Prüfung ortsbezogener Minderungsmaßnahmen 24](#_Toc87420115)

[B.6 umfassendes Sicherheitsportfolio 24](#_Toc87420116)

# A.0 Allgemeine Richtlinien

## A.0.1 Dokumentenkontrolle

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Änderungsnummer | Datum | Änderung durch | Unterschrift[[3]](#footnote-3) |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

## A.0.2 Referenzen[[4]](#footnote-4)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Titel | Beschreibung | Versionsnummer |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

## A.0.3 Checklisten[[5]](#footnote-5)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Titel | Beschreibung | Versionsnummer |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

## A.0.4 Definitionen und Abkürzungen

Falls nicht gängige Abkürzungen verwendet wurden

# A.1 UAS Betreiber

## A.1.1 Einleitung[[6]](#footnote-6)

## A.1.2 Organisationsübersicht

1. Beschreibung Organisation, wie ein sicherer Betrieb gewährleistet werden kann (inkl. Organigramm). Es sollte folgende Punkte beinhalten:

1. Struktur und Verwaltung der Organisation

2. Verantwortlichkeiten und Pflichten des UAS Betreibers

### A.1.2.1 Sicherheit

1. Die operationellen Risiken sind bei einem Betrieb in der speziellen Kategorie höher. Es sollte hier beschrieben werden, wie das Sicherheitsmanagement in die Organisation integriert ist
2. Beschreibung zusätzlicher sicherheitsrelevanter Informationen

### A.1.2.2 Design und Produktion

1. Wird das UAS in eigener Produktion hergestellt, dient dieser Abschnitt zur Darstellung der Produktionsorganisation
2. Informationen über den UAS Hersteller
3. Falls erforderlich, Informationen über die Produktionsorganisation eines Drittherstellers

### A.1.2.3 Schulung des am Betrieb beteiligten Personals

Beschreibung der Schulungsorganisation aller am Betrieb beteiligter Mitarbeiter und wie diese qualifiziert sind / werden.

### A.1.2.4 Wartung

1. Wartungsphilosophie der/des UAS
2. Wartungsverfahren für das UAS
3. ggf. Wartungsorganisation

### A.1.2.5 Besatzung (beteiligte Personen des UAS Betriebs)

1. Verantwortlichkeiten und Pflichten des Personals[[7]](#footnote-7)
2. **Fernpiloten**[[8]](#footnote-8)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Name, Vorname | Geburtsdatum und -ort | Qualifikation |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

1. **Boden- und Hilfspersonal**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Name, Vorname | Geburtsdatum und -ort | Tätigkeitsfeld |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

1. Verfahren zur Koordinierung mehrerer Besatzungsmitglieder
2. Betrieb verschiedener UAS (ggf. einschränkende Wirkungen)
3. Betreiberrichtlinien zu den Anforderungen an die Gesundheit der Besatzung, sowie alle Verfahren und Anleitungen zur Sicherstellung, dass der geplante Betrieb durch die Besatzung durchgeführt werden kann

### A.1.2.6 UAS Konfigurationsverwaltung

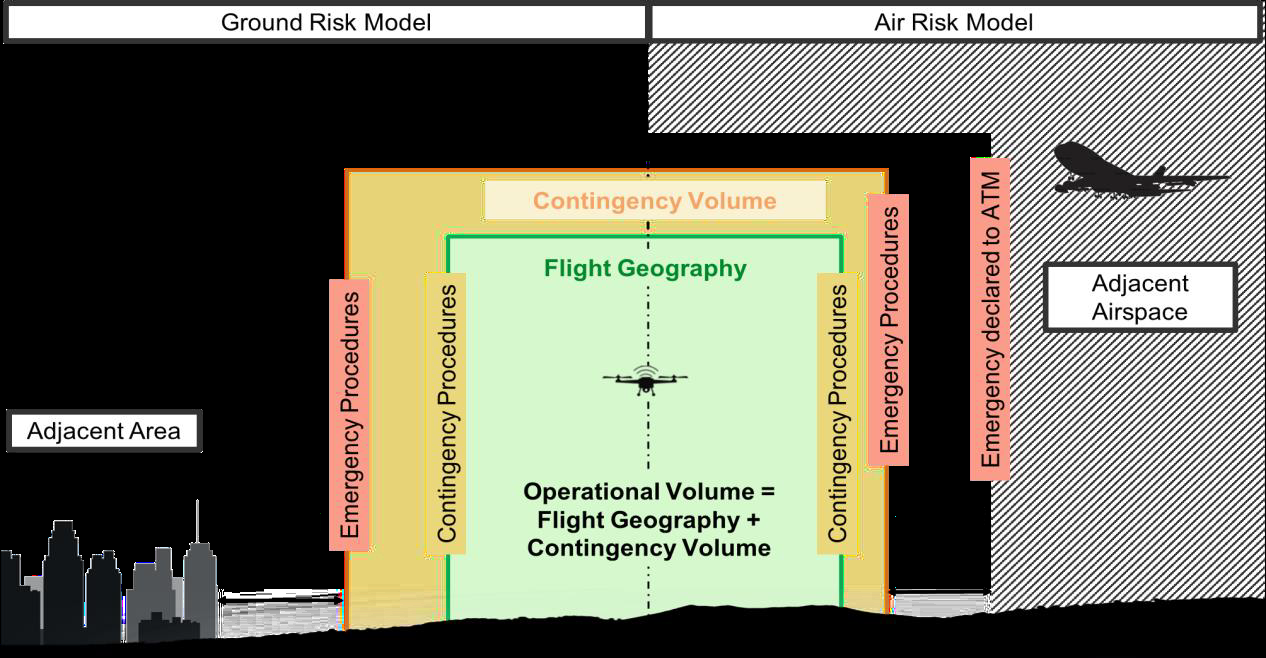
Beschreibungen, wie der Fernpilot Änderungen am UAS handhabt

### A.1.2.7 Weitere Positionen und Informationen

Angabe von Personen, die aus anderen Organisationen beteiligt sind oder weitere relevante Informationen

# A.2 Betriebshandbuch (ConOps | Operations Manual)

## A.2.1 Betrieb

**--- ACHTUNG --- folgender Abschnitt bis 2.1.1 | Erklärungen sollen bitte aus dem fertigen Dokument entfernt werden und dient lediglich der Veranschaulichung**

*Beschreibung der entsprechenden Volumina anhand von Karten. In diesem Kapitel am besten Screenshots von den Lageplänen und dessen Volumen einfügen und im generellen den entsprechenden Flugsektor | Lagepläne als Anlage mit einer* ***kml / kmz*** *Datei zum Antrag mitübersenden.*

*Grobe Feststellung der entsprechenden Volumina im Bodenrisiko (GRC):*

### A.2.1.1 Beschreibung der Art des UAS Betriebes[[9]](#footnote-9)

1. Es sollte beschreiben werden, welche Arten von Operationen der UAS-Betreiber durchführen möchte. Die detaillierte Beschreibung mit allen Informationen, die erforderlich sind, um ein detailliertes Verständnis darüber zu erhalten, wie, wo und unter welchen Einschränkungen oder Bedingungen die Operationen durchgeführt werden sollen.

Das Betriebsvolumen einschließlich der Boden- und Luftrisikopuffer muss klar definiert werden. Relevante Diagramme / Abbildungen und andere Informationen, die zur Visualisierung und zum Verständnis der beabsichtigten Operation (en) hilfreich sind, sollten in diesen Abschnitt aufgenommen werden.

Generisch allgemeine Aufstiegsorte eignen sich nur unter bestimmten Voraussetzungen, d.h. grundsätzlich sind individuell definierte Aufstiegsorte zu bevorzugen. Hierzu ist eine Absprache mit der LLB sinnvoll.

1. Es sollen spezifische Angaben zur Art der Operationen (z. B. VLOS, BVLOS), zur zu überfliegenden Bevölkerungsdichte (z. B. von Personen entfernt, dünn besiedelt, Versammlungen von Personen) und zur Art des zu verwendenden Luftraums (z. B. ein getrennter Bereich, vollständig integriert) gemacht werden.
2. Es sollen der Grad der Beteiligung der Besatzungsmitglieder und aller automatisierten oder autonomen Systeme, während jeder Flugphase beschreiben werden.

### A.2.1.2 Normalbetrieb

Die normale Betriebsstrategie sollte alle Sicherheitsmaßnahmen enthalten, wie technische oder verfahrenstechnische Maßnahmen, Schulung der Besatzung usw., die eingerichtet wurden, um sicherzustellen, dass das UAS den Betrieb innerhalb der genehmigten Grenzen erfüllen kann. In diesem Abschnitt sollte davon ausgegangen werden, dass alle Systeme normal und bestimmungsgemäß funktionieren. Mit diesem Kapitel soll ein klares Verständnis dafür vermittelt werden, wie der Betrieb innerhalb der genehmigten technischen, ökologischen und verfahrenstechnischen Grenzen abläuft.

### A.2.1.3 Betriebsgrenzen

In diesem Abschnitt sollen die spezifischen Betriebsbeschränkungen und -bedingungen aufgeführt werden, die für die vorgeschlagenen Vorgänge angemessen sind. Zum Beispiel Betriebshöhen, horizontale Entfernungen, Wetterbedingungen, der anwendbare Flugleistungsumfang, Betriebszeiten (Tag und / oder Nacht) und alle weiteren Einschränkungen für den Betrieb

### A.2.1.4 Standardprozeduren[[10]](#footnote-10)

#### A.2.1.4.1 Normale Betriebsverfahren (Operation Volume)

Beschreibung der normalen Betriebsverfahren, bedeutet welches Besatzungsmitglied führt im normalen Betrieb ohne Komplikationen welche Aufgaben durch. Hierfür eignen sich auch Checklisten.

#### A.2.1.4.2 Verfahren im Sicherheitsvolumen (Contingency Volume)

Beschreibung der Sicherheitsverfahren für Fehlfunktionen oder abnormale Vorgänge im Sicherheitsvolumen.

#### A.2.1.4.3 Notfallverfahren (Emergency Volume)

Bitte hierbei eine ausführliche Beschreibung einfügen von den Verfahren im Notfall. Gerne auch mit Verweis auf den Notfallplan.

#### A.2.1.4.4 Verfahren zur Meldung von Ereignissen[[11]](#footnote-11)

1. Meldeverfahren bei:
   1. Sachschaden;
   2. eine Kollision mit einem anderen Luftfahrzeug; oder
   3. eine schwere oder tödliche Verletzung (Dritte und eigenes Personal); und
2. Dokumentations- und Datenerfassungsverfahren: Beschreiben Sie, wie Aufzeichnungen und Informationen gespeichert und erforderlichenfalls der Unfalluntersuchungsstelle, der zuständigen Behörde und gegebenenfalls anderen staatlichen Stellen (z. B. der Polizei) zur Verfügung gestellt werden.

### A.2.1.5 Notfallplan (ERP – emergency response plan)[[12]](#footnote-12)

1. Beschreibung eines Reaktionsplan für den Fall eines Kontrollverlusts
2. Beschreibung der Verfahren zur Begrenzung der eskalierenden Auswirkungen eines Absturzes; und
3. Verfahrensbeschreibung für den Fall des Verlusts in Hinblick auf Überschreitung des Sicherheitsvolumens.

## A.2.2 Training der am UAS Betrieb beteiligter Personen (UAS Team)

### A.2.2.1 Allgemeine Informationen

In diesem Abschnitt werden die Prozesse und Verfahren beschrieben, mit denen der UAS Betreiber die erforderliche Kompetenz für die Mitwirkenden (d. h. jede am UAS-Betrieb beteiligte Person) entwickelt und aufrechterhält. Sprich wie gelangt jede am Betrieb beteiligte Person an sämtliche Informationen aus dem Betriebshandbuch und einer Genehmigung.

### A.2.2.2 Erstausbildung und Qualifikation

In diesem Abschnitt werden die Prozesse und Verfahren beschrieben, mit denen der UAS Betreiber sicherstellt, dass das UAS Team angemessen kompetent ist, und wie die Qualifizierung durchgeführt wird.

### A.2.2.3 Verfahren zur Aufrechterhaltung der Qualifikation

In diesem Abschnitt werden die Prozesse und Verfahren beschrieben, mit denen der UAS Betreiber

sicherstellt, dass das UAS Team die erforderliche Qualifikation für die Ausführung der verschiedenen Arten von Aufgaben aufrechterhält und entsprechend weiterentwickelt.

### A.2.2.4 Flugsimulationstrainingsgeräte

1. Beschreibung der Verwendung von Flugsimulationstrainingsgeräten zum Erwerb und zur Aufrechterhaltung der praktischen Fähigkeiten der Fernpiloten (falls zutreffend); und
2. Beschreibung der Bedingungen und Einschränkungen im Zusammenhang mit einer solchen Schulung (falls zutreffend).

### A.2.2.5 Schulungsprogramm

Dieser Abschnitt enthält einen Verweis auf die entsprechend verwendeten Schulungsprogramme.

# A.3 UAS (unbemanntes Luftfahrtsystem)

*Hinweis: falls mehrere UAS verwendet werden, können diese jeweils als Anlage angefügt werden. Wichtig hierbei zu beachten ist, dass all diese unbemannten Luftfahrtsysteme die gleichen Voraussetzungen für den geplanten Betrieb erfüllen. Andernfalls sind eine separate Risikobewertung und ggf. ein separates Betriebshandbuch notwendig.*

## A.3.1 Einleitung[[13]](#footnote-13)

## A.3.2 unbemanntes Luftfahrzeug

### A.3.2.1 Flugzeugzelle

1. Eine detaillierte Beschreibung der physikalischen Eigenschaften des unbemannten Luftfahrsystems (Masse, Schwerpunkt, Abmessungen usw.), einschließlich Fotos, Diagrammen und Schaltplänen (falls zutreffend und zur Veranschaulichung dienlich)
2. Abmessungen:
   * für Starrflügeler: Flügelspannweite, Rumpflänge, Körperdurchmesser usw.;
   * für ein Drehflügler: Länge, Breite und Höhe, Propellerdurchmesser usw.;
3. Masse: alle relevanten Massen u.a. Leermasse, Nutzlasten, maximale Startmasse
4. Schwerpunkt und ggf. Grenzwerte
5. Materialien: Die wichtigsten verwendeten Materialien und deren Verwendungszweck, wobei insbesondere neue Materialien (neue Metalllegierungen oder Verbundwerkstoffe) hervorgehoben werden sollen.
6. Belastungsgrenzen
7. Teilsysteme: z.B. Hydrauliksystem, Umweltkontrollsystem, Fallschirm usw.

### A.3.2.2 Leistungsmerkmale

1. Leistungsdaten des unbemannten Luftfahrtsystems im geplanten Leistungsbereich, Mindestangaben:
   1. Leistungswerte
      1. maximale Höhe
      2. maximale Flugzeit
      3. maximale Reichweite
      4. maximale Steiggeschwindigkeit
      5. maximale Sinkgeschwindigkeit
      6. maximaler Neigungswinkel
      7. maximale Drehgeschwindigkeit
   2. Fluggeschwindigkeiten
      1. langsamst erreichbare Geschwindigkeit
      2. Strömungsabrissgeschwindigkeit (falls zutreffend)
      3. nominale Reisegeschwindigkeit
      4. maximale Reisegeschwindigkeit
      5. maximale Fluggeschwindigkeit (VNE)
2. Leistungseinschränkungen aufgrund von Umwelt- und Wetterbedingungen, insbesondere in Bezug auf folgende Punkte:
3. Windgeschwindigkeitsbeschränkungen (Gegenwind, Seitenwind, Böen);
4. Turbulenzbeschränkungen
5. Regen-, Hagel-, Schnee-, Aschebeständigkeit oder Empfindlichkeit;
6. gegebenenfalls die Mindestsichtbedingungen;
7. Grenzwerte für die Außenlufttemperatur und
8. Vereisung während des Fluges:
9. ob die vorgeschlagene Betriebsumgebung Operationen unter Vereisungsbedingungen umfasst;
10. ob das System eine Vereisungserkennungsfunktion enthält und wenn ja, welche Anzeigen das System dem Fernpiloten liefert und / oder wie das System reagiert; und
11. Vereisungsschutzsystem, ggf. inkl. aller Testdaten

### A.3.2.3 Antriebssystem

1. Eine Beschreibung des Antriebssystems und seiner Fähigkeit, zuverlässig und ausreichend Leistung bereitzustellen, um in die beabsichtigte Betriebshöhe zu starten, zu steigen und den Flug aufrechtzuerhalten.
2. **Kraftstoffbetriebene Antriebssysteme**
   1. den Typ (Hersteller und Modell) des verwendeten Motors;
   2. Wie viele Motoren sind installiert
   3. Art und Kapazität des verwendeten Kraftstoffs;
   4. wie wird die Motorleistung überwacht;
   5. Statusanzeigen, Warnungen (wie Vorsicht und Hinweise), Meldungen, die dem Fernpiloten zur Verfügung gestellt werden;
   6. eine Beschreibung der kritischsten antriebsbedingten Ausfallarten / -bedingungen und ihrer Auswirkungen auf den Betrieb des Systems;
   7. Wie das UAS reagiert und welche Sicherheitsvorkehrungen getroffen wurden, um das Risiko eines Motorleistungsverlusts für jede der folgenden Situationen zu verringern:
3. Kraftstoffmangel;
4. Kraftstoffverschmutzung;
5. fehlgeschlagene Signaleingabe durch die Fernpilotensteuerung
6. Motorsteuerungsfehler;
   1. Ggf. die Neustartfähigkeiten des Triebwerks während des Fluges und ggf. eine Beschreibung der manuellen und / oder automatischen Funktionen dieser Fähigkeit;
   2. Das Kraftstoffsystem und wie es eine angemessene Kontrolle der Kraftstoffzufuhr zum Motor ermöglicht und dem UAS-Team eine Bestimmung des verbleibenden Kraftstoffs ermöglicht. Dies umfasst ein Diagramm auf Systemebene, dass die Position des Systems in dem UAS und den Kraftstoffströmungspfad zeigt.
   3. Wie das Kraftstoffsystem im Hinblick auf die Sicherheit ausgelegt ist (Branderkennung und -löschung, Risikominderung bei Aufprall, Leck usw.)
7. **Elektrisch angetriebene Systeme**
   1. eine allgemeine Beschreibung der elektrischen Verteilungsarchitektur, einschließlich der erforderlichen Elemente wie Regler, Schalter, Busse und Wandler;
   2. der verwendete Motortyp;
   3. Die Anzahl der installierten Motoren;
   4. die maximale Dauerleistung des Motors in Watt;
   5. die maximale Spitzenleistung des Motors in Watt;
   6. Der Strombereich des Motors in Ampere;
   7. ob das Antriebssystem eine separate elektrische Quelle hat und wenn nicht, wie die Leistung in Bezug auf die anderen Systeme des UAS verwaltet wird;
   8. Eine Beschreibung des elektrischen Systems und wie es eine angemessene Leistung verteilt, um die Anforderungen der empfangenden Systeme zu erfüllen. Dies sollte ein Diagramm auf Systemebene enthalten, das die elektrische Energieverteilung in dem gesamten UAS zeigt.
   9. Wie Strom an Bord des UAS erzeugt wird (z. B. Generatoren, Lichtmaschinen, Batterien).
   10. Wenn eine Stromquelle mit begrenzter Lebensdauer, wie Batterien verwendet wird, die Nutzungsdauer der Stromquelle unter normalen und Notfallbedingungen und wie diese bestimmt wurde;
   11. Wie Informationen über den Batteriestatus und die verbleibende Batteriekapazität dem Fernpiloten oder dem Überwachungs-System zur Verfügung gestellt werden;
   12. Falls verfügbar, eine Beschreibung der Quelle(n) der Notstromversorgung für den Fall eines Verlusts der primären Stromquelle. Dies sollte Folgendes umfassen:
       1. die Systeme, die während des Notstrombetriebs mit Strom versorgt werden;
       2. eine Beschreibung eines automatischen oder manuellen Lastabwurfs; und
       3. wie viel Betriebszeit die Not-Stromquelle bereitstellt, einschließlich der Annahmen, die für diese Bestimmung verwendet wurden;
   13. wie die Leistung des Antriebssystems überwacht wird;
   14. Statusanzeigen und Warnmeldungen (wie Warn-, Vorsichts- und Hinweismeldungen), die dem Fernpiloten zur Verfügung gestellt werden;
   15. eine Beschreibung der kritischsten antriebsbedingten Ausfallarten / -bedingungen und ihrer Auswirkungen auf den Systembetrieb;
   16. Wie das UAS reagiert und welche Sicherheitsvorkehrungen getroffen wurden, um das Risiko eines Verlusts des Antriebssystems für jede der folgenden Situationen zu verringern:
       1. niedrige Batterieladung;
       2. ein fehlgeschlagener Signaleingang von der Fernsteuerung; und
       3. ein Motorsteuerungsfehler;
   17. Wenn der Motor über Funktionen zum Zurücksetzen während des Flugs verfügt, eine Beschreibung der manuellen und / oder automatischen Funktionen dieser Funktion.
8. **Andere Antriebssysteme**

Eine Beschreibung dieser Systeme bis zu einem Detaillierungsgrad, der den obigen Abschnitten über Kraftstoff und elektrische Antriebe entspricht.

### A.3.2.4 Flugsteuerflächen und Stellmotoren

1. eine Beschreibung der Konstruktion und des Betriebs der Flugsteuerflächen und Servos / Stellmotoren, einschließlich eines Diagramms, dass die Position der Steuerflächen und der Servos / Stellmotoren zeigt;
2. eine Beschreibung möglicher Ausfallarten und der entsprechenden Minderungen;
3. Wie das System auf einen Servo- / Stellmotorenfehler reagiert; und
4. Wie das Fernpilot- oder Überwachungs-System über eine Fehlfunktion des Servos / Stellantriebs informiert wird.

### A.3.2.5 Sensoren

In diesem Abschnitt sollen die Geräte an Bord des UAS ohne Nutzlastsensor beschrieben werden.

### A.3.2.6 Nutzlasten - Beladung

In diesem Abschnitt sollte die Nutzlastausrüstung an Bord des UAS beschrieben werden, einschließlich aller Nutzlastkonfigurationen, die das Gewicht und die Balance oder die Flugdynamik erheblich verändern.

## A.3.3 UAS-Steuersegment

### A.3.3.1 Allgemeines

In diesem Abschnitt soll ein Diagramm der Gesamtsystemarchitektur der Avionik, einschließlich des Standorts aller Luftdatensensoren, Antennen, Radios und Navigationsgeräte eingefügt werden, sowie eine Beschreibung aller redundanten Systeme, falls verfügbar.

### A.3.3.2 Navigation

In diesem Abschnitt sollen alle Details in Bezug auf die Navigation beschrieben werden.

1. Wie das UAS seinen Standort bestimmt;
2. Wie das UAS zu seinem beabsichtigten Ziel navigiert;
3. Wie der Fernpilot auf Anweisungen reagiert von:
   1. Flugsicherung;
   2. UAS-Beobachter (falls zutreffend); und
   3. andere Besatzungsmitglieder (falls zutreffend);
4. die Verfahren zum Testen des Höhenmessernavigationssystems (Position, Höhe);
5. wie das System einen Verlust der primären Navigationsmittel erkennt und darauf reagiert;
6. eine Beschreibung aller Sicherungsnavigationsmittel; und
7. Wie das System auf einen Verlust der sekundären Navigationsmittel reagiert, falls verfügbar.

### A.3.3.3 Autopilot

1. Wie das Autopilotsystem entwickelt wurde und welche Branchen- oder Regulierungsstandards im Entwicklungsprozess verwendet wurden.
2. Wenn es sich bei dem Autopiloten um ein kommerzielles Standardprodukt handelt: Typ, Design und Produktionsorganisation mit den Kriterien, die bei der Auswahl des Autopiloten verwendet wurden.
3. Die zur Installation des Autopiloten verwendeten Verfahren und die Überprüfung der korrekten Installation unter Bezugnahme auf Dokumente oder Verfahren, die von der Organisation des Herstellers bereitgestellt und / oder von der Organisation des UAS Betreibers entwickelt wurden.
4. Wenn der Autopilot Eingabegrenzen verwendet, um das UAS innerhalb definierter Grenzen (Struktur, Leistung, Flugleistungsbereich usw.) zu halten (Stichwort: Geo Fencing), eine Liste dieser Grenzen und eine Beschreibung, wie diese Grenzen definiert und validiert wurden.
5. Die Art der durchgeführten Tests und Validierungen (Software-in-the-Loop-Simulationen (SITL) und Hardware-in-the-Loop-Simulationen (HITL)).

### A.3.3.4 Flugsteuerungssystem

1. Wie die Steuerflächen (falls vorhanden) auf Befehle vom Flugsteuerungscomputer / Autopiloten reagieren.
2. Eine Beschreibung der Flugmodi (d. h. manuell, künstlich stabil, automatisch, autonom).
3. Flugsteuerungscomputer / Autopilot:
   1. Wenn Hilfssteuerungen vorhanden sind, wie der Flugsteuerungscomputer mit den Zusatzsteuerungen verbunden ist und wie diese vor unbeabsichtigter Aktivierung geschützt sind.
   2. Eine Beschreibung der Flugsteuerungs-Computerschnittstellen, die erforderlich sind, um den Flugstatus zu bestimmen und entsprechende Befehle auszugeben.
   3. Das Betriebssystem, auf dem die Flugsteuerung basiert.

### A.3.3.5 Fernpilotensteuerung

1. Eine Beschreibung oder ein Diagramm der Steuerungskonfiguration, einschließlich Screenshots der Kontrollstationsanzeigen.
2. Wie genau der Fernpilot die Lage, Höhe und Position des UAS bestimmen kann.
3. Die Genauigkeit der Übertragung kritischer Parameter an andere Luftraumnutzer / Flugsicherung.
4. Die kritischen Befehle, die vor versehentlicher Aktivierung geschützt sind, und wie dies erreicht wird (gibt es beispielsweise einen zweistufigen Prozess zum Befehl „Motor abstellen“). Die Art der unbeabsichtigten Eingabe, die der Fernpilot eingeben kann, um ein unerwünschtes Ergebnis zu erzielen (z. B. versehentliches Drücken der Steuerung "Motor abschalten" im Flug).
5. Alle anderen Programme, die gleichzeitig auf dem Bodenkontrollcomputer ausgeführt werden, und ggf. die Vorsichtsmaßnahmen, mit denen sichergestellt wird, dass die flugkritische Verarbeitung nicht beeinträchtigt wird.
6. Die Vorkehrungen, die gegen eine Schnittstellensperre getroffen werden.
7. Die Warnungen (wie Vorsichtsmeldungen und Hinweise), die das System dem Fernpiloten bereitstellt (z. B. niedriger Kraftstoff- oder Batteriestand, Ausfall kritischer Systeme oder außer Kontrolle geratener Betrieb).
8. Eine Beschreibung der Mittel zur Stromversorgung der Fernpilotensteuerung und gegebenenfalls Redundanzen.

### A.3.3.6 Erkennen und Vermeiden System (Detect and Avoid)[[14]](#footnote-14)

1. Vermeidung von Konflikten mit anderen Luftfahrzeugen
2. Eine Beschreibung des Systems / der Ausrüstung, die zur zusammenarbeitenden Konfliktvermeidung installiert sind (z. B. SSR, TCAS, ADS-B, FLARM usw.).
3. Wenn das Gerät qualifiziert ist, Angaben zur detaillierten Qualifikation nach der jeweiligen Norm.
4. Wenn das Gerät nicht qualifiziert ist, die Kriterien, die bei der Auswahl des Systems verwendet wurden.
5. Nicht zusammenarbeitende Konfliktvermeidung: Eine Beschreibung des installierten Geräts (z. B. visionsbasiert, PSR-Daten, LIDAR usw.).
6. Vermeidung von Hinderniskonflikten: Eine Beschreibung des Systems / der Ausrüstung, die gegebenenfalls zur Vermeidung von Hinderniskollisionen installiert ist.
7. Vermeidung widriger Wetterbedingungen: Eine Beschreibung des Systems / der Ausrüstung, die gegebenenfalls installiert wurde, um widrige Wetterbedingungen zu vermeiden.
8. Standard
   1. Wenn das Gerät qualifiziert ist, eine Liste der detaillierten Qualifikation nach der jeweiligen Norm.
   2. Wenn das Gerät nicht qualifiziert ist, die Kriterien, die bei der Auswahl des Systems verwendet wurden.
9. Eine Beschreibung der Schnittstelle zwischen dem Konfliktvermeidungssystem und dem Flugsteuerungscomputer.
10. Eine Beschreibung der Prinzipien, die das installierte „Erkennen und Vermeiden“ System regeln.
11. Eine Beschreibung der Rolle des Fernpiloten oder einer anderen Fernbesatzung im „Erkennen und Vermeiden“ System.
12. Eine Beschreibung der bekannten Einschränkungen des „Erkennen und Vermeiden“ Systems.

## A.3.4 Geofencing

1. Eine Beschreibung der Grundsätze des Systems / der Ausrüstung, die zur Ausführung von Geofencing verwendet werden für:
   1. Vermeidung bestimmter Bereiche oder Volumina; oder
   2. Beschränkung in einem bestimmten Bereich oder Volumen.
2. Die Systeminformationen und ggf. Belege, die die Zuverlässigkeit des Sicherheitssystems belegen.

## A.3.5 Bodenunterstützungsausrüstung

1. Eine Beschreibung aller am Boden verwendeten Unterstützungsgeräte wie Start- oder Wiederherstellungssysteme, Generatoren und Stromversorgungen.
2. Eine Beschreibung der verfügbaren Standardausrüstung und der Backup- oder Notfallausrüstung.
3. Eine Beschreibung, wie das UAS am Boden transportiert wird.

## A.3.6 Befehls- und Kontrollverbindungssegment

1. Die Norm(en), mit denen das System kompatibel ist.
2. Ein detailliertes Diagramm, dass die Systemarchitektur der Funkverbindung einschließlich Informations- oder Datenflüsse und der Leistung des Systems, sowie Werte für die Datenraten und Latenzen, sofern bekannt.
3. Eine Beschreibung der Steuerverbindung(en), die das UAS mit der Fernpilotensteuerung und ggf. anderen Bodensystemen oder -infrastrukturen verbindet, wobei insbesondere die folgenden Punkte angesprochen werden sollen:
   1. Das Frequenzband, das für die Kontrollverbindung verwendet wird, und wie die Verwendung dieses Frequenzbandes koordiniert wurde. Wenn keine Genehmigung des Frequenzbandes erforderlich ist, die Vorschrift, die zur Genehmigung der Frequenz verwendet wurde.
   2. Die Art der verwendeten Signalverarbeitung und / oder Verbindungssicherheit (d. h. Verschlüsselung).
   3. Die Reichweite der maximal zu erwartenden Entfernung zur Fernpilotensteuerung und wie diese bestimmt wurde.
   4. Wenn es eine Funksignalstärkeanzeige oder eine ähnliche Anzeige für den Fernpiloten gibt wie diese Werte bestimmt wurden und welche Schwellenwerte ein kritisch verschlechtertes Signal darstellen.
   5. Wenn das System redundante und / oder unabhängige Steuerverbindungen verwendet, wie unterschiedlich der Aufbau der Systeme ist und welche wahrscheinlichen häufigen Fehlermodi auftreten.
   6. Für Satellitenverbindungen eine Schätzung der Latenzen
   7. Die UAS Eigenschaften, die den Verlust der Datenverbindung aufgrund der folgenden Faktoren verhindern oder mindern:
4. Frequenzstörungen oder andere Störungen;
5. Flug außerhalb der Reichweite;
6. Antennenausrichtung (während Kurven und / oder bei hohen Einstellungswinkeln);
7. Funktionsverlust der Fernpilotensteuerung;
8. Funktionsverlust des UAS; und
9. wetterbedingte Einflüsse, wie zum Beispiel Niederschlag.

### A.3.6.1 Verschlechterung der Funkverbindung

Eine Beschreibung der Systemfunktionen im Falle einer Verschlechterung der Funkverbindung:

1. Ob und in welcher Form der Verschlechterungsstatus erkenntlich ist.
2. Wie der Status der Verschlechterung dem Fernpiloten mitgeteilt wird (z. B. visuell, haptisch oder akustisch). Eine Beschreibung der zugehörigen Notfallverfahren.

### A.3.6.2 Funkverbindungsverlust

1. Die Bedingungen, die zu einem Verlust der Funkverbindung führen können.
2. Die Maßnahmen bei Verlust der Funkverbindung.
3. Eine Beschreibung der klaren und eindeutigen akustischen und visuellen Warnungen an den Fernpiloten für jeden Fall einer verlorenen Verbindung.
4. Eine Beschreibung der etablierten Lost-Link-Strategie im UAS-Betriebshandbuch unter Berücksichtigung der Notfallwiederherstellungsfähigkeit.
5. Eine Beschreibung, wie das Geofencing-System in diesem Fall verwendet wird, falls verfügbar.
6. Methoden zur Widerherstellung einer Verbindung

## A.3.7. Sicherheitsvorrichtungen

1. Eine Beschreibung der einzelnen Fehlermodi und wie diese behoben werden können, falls vorhanden.
2. Eine Beschreibung der Fähigkeit zur Notfallwiederherstellung, um Risiken für Dritte zu vermeiden. Dies besteht normalerweise aus:
   1. ein Flugbeendigungssystem (Flight Termination System), ein Verfahren oder eine Funktion, mit dem der Flug sofort beendet werden soll; oder
   2. ein automatisches Wiederherstellungssystem, das durch das Kommando der UAS-Besatzung oder durch die Bordsysteme implementiert wird. Dies kann eine automatische vorprogrammierte Vorgehensweise umfassen, um einen vordefinierten und unbewohnten Notlandebereich zu erreichen; oder
   3. eine beliebige Kombination der oben genannten oder anderen Methoden.
3. Der Antragsteller sollte sowohl ein funktionales als auch ein physikalisches Diagramm des globalen UAS-Systems mit einer klaren Darstellung seiner Bestandteile und gegebenenfalls einer Angabe seiner besonderen Merkmale (z. B. unabhängige Stromversorgungen, Redundanzen usw.) vorlegen.

# B.0 Specific Operational Risk Assessment (SORA)[[15]](#footnote-15)

**--- ALLE hier vollzogenen Schritte müssen verschriftlicht und begründet werden ---**

# B.1 Bestimmung der Risikoklassen

## B.1.1 Bodenrisiko (ground risk class = GRC)

### B.1.1.1 Ermittlung des initialen betriebsbedingten Bodenrisikos

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Intrinsische UAS Bodenrisikoklasse | | | | |
| Maximale Dimensionen des UAS | 1m | 3m | 8m | >8m |
| typisch erwartete kinetische Energie[[16]](#footnote-16) | <700J | <34 kJ | < 1.084 kJ | >1.084 kJ |
| Betriebsszenarien | | | | |
| VLOS / BVLOS über einem kontrollierten Bodenbereich | 1 | 2 | 3 | 4 |
| VLOS in einem dünn besiedelten Gebiet | 2 | 3 | 4 | 5 |
| BVLOS in einem dünn besiedelten Gebiet | 3 | 4 | 5 | 6 |
| VLOS in einem besiedelten Gebiet | 4 | 5 | 6 | 8 |
| BVLOS in einem besiedelten Gebiet | 5 | 6 | 8 | 10 |
| VLOS über einer Menschansammlung | 7 |  | | |
| BVLOS über einer Menschenansammlung | 8 |

### B.1.1.2 Finale Feststellung der Bodenrisikoklasse

B.1.1.2.1 Minderungen für das Bodenrisiko

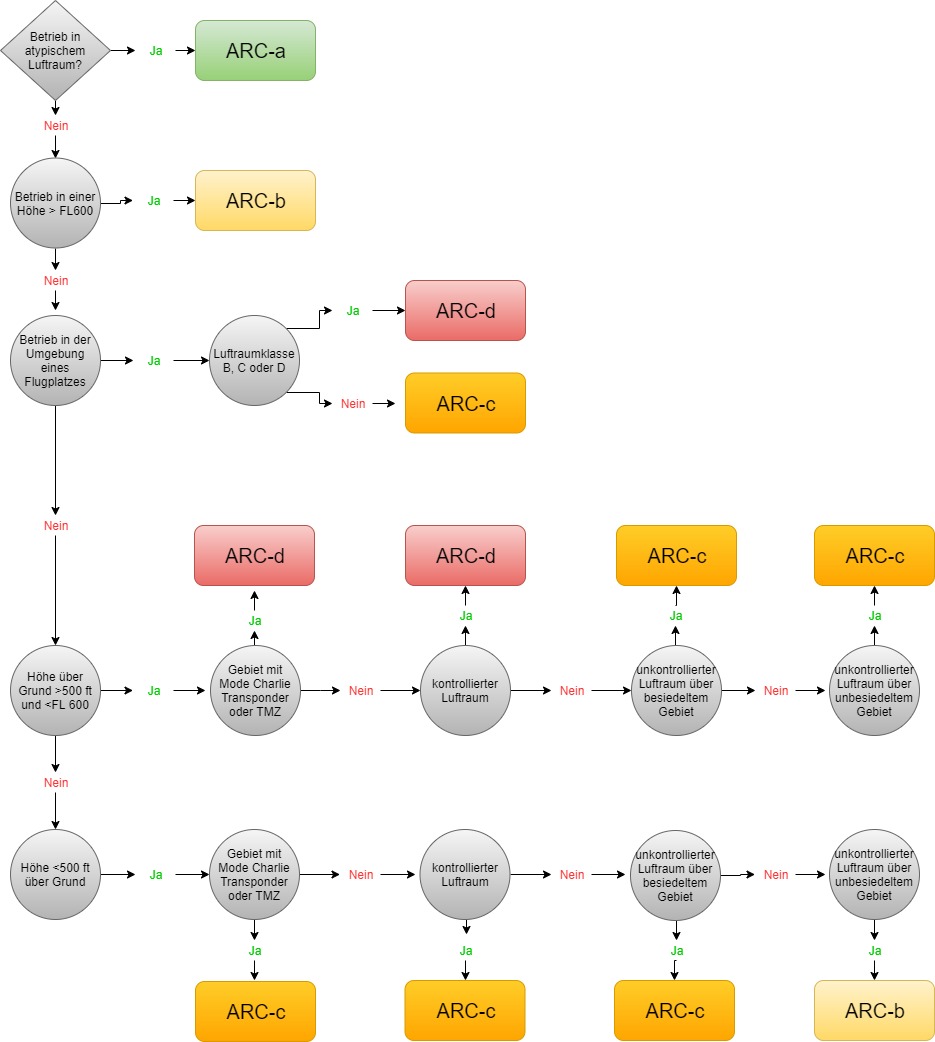
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | Robustheit | | |
| Minderungs-sequenz | Minderungen für das Bodenrisiko | niedrig / keine | mittel | hoch |
| 1 | M1 – Strategische Minderung | 0: Keine  -1: Niedrig | -2 | -4 |
| 2 | M2 – Verringerung der Auswirkungen eines Bodenaufpralls | 0 | -1 | -2 |
| 3 | M3 – Ein Notfallplan ist in Kraft und der UAS Betrieb ist validiert und wirksam | +1 | 0 | -1 |

**--- ACHTUNG ---**

**Erklärungen aus Annex B – detaillierte Ausführungen finden Sie in der Anlage**

## B.1.2 Luftrisiko (air risk class = ARC)

### B.1.2.1. Ermittlung des initialen Luftrisikos



### B.1.2.2 Finale Luftrisikoklasse

**--- ACHTUNG --- Erklärungen aus Annex C – genauere Ausführungen in der Anlage**

#### B.1.2.2.1 Strategische Minderungen

z.B. Absprachen mit der Flugsicherung, NOTAM, Luftraumbeobachter, Betriebszeiten

#### B.1.2.2.2 Minderung der Dichtebewertung

z.B. initiales Luftrisiko ist am Einsatzort nichtzutreffend, da dort eine andere Luftfahrzeugdichte herrscht

# B.2.1 Taktische Minderungsmaßnahmen

**--- ACHTUNG --- Erklärungen aus Annex D – genauere Ausführungen in der Anlage**

# B.2.2 Anforderungen an Robustheiten (TMPR)

**--- ACHTUNG --- Erklärungen aus Annex D – genauere Ausführungen in der Anlage**

# B.3 SAIL Wert Bestimmung

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Rest ARC | | | |
| Endgültige GRC | a | b | c | d |
| ≤2 | **I** | **II** | **IV** | **VI** |
| 3 | **II** | **II** | **IV** | **VI** |
| 4 | **III** | **III** | **IV** | **VI** |
| 5 | **IV** | **IV** | **IV** | **VI** |
| 6 | **V** | **V** | **V** | **VI** |
| 7 | **VI** | **VI** | **VI** | **VI** |
| >7 | **zulassungspflichtige Kategorie** | | | |

**SAIL Wert: x**

# B.4 Identifikation der betrieblichen Sicherheitsschritte (OSO)

Bitte führen Sie kurz aus welche betrieblichen Sicherheitsschritte nachgewiesen worden und welche Leistungsanforderung an die Vollständigkeit und die Sicherheit verwendet wurde bzw. musste (gerne tabellarisch). Mit Verlinkungen auf die Betriebsbeschreibung (ConOps).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Erforderliche OSO | Erforderliche Integrität | Erfüllte Integrität | Betriebshandbuch Verlinkung |
| Beispielhaft: |  |  |  |
| OSO #1 | Low | Low | Punkt 1.2.4  Checkliste Nr. X |
| OSO #8 | Medium | Medium | Punkt 2.8.4 |
| OSO #9 | Low | Low | Punkt x.x.x |
| OSO #24 | Optional | Optional | --- |
|  |  |  |  |

**--- ACHTUNG --- Erklärungen zu den OSOs finden Sie in der Anlage**

# B.5 Prüfung ortsbezogener Minderungsmaßnahmen[[17]](#footnote-17)

Überlegungen zum angrenzenden Bereich / Luftraum

Ziel dieses Abschnitts ist es, das Risiko eines Verlusts der Kontrolle über den Betrieb anzugehen, der zu einer Verletzung der angrenzenden Bereiche am Boden und / oder des angrenzenden Luftraums führt. Diese Bereiche können je nach Flugphase variieren.

# B.6 umfassendes Sicherheitsportfolio[[18]](#footnote-18)

Das SORA-Verfahren bietet dem Antragsteller, der zuständigen Behörde eine Methodik, die eine Reihe von Minderungs- und Sicherheitszielen umfasst, die zu berücksichtigen sind, um ein angemessenes Maß an Vertrauen in die sichere Durchführung der Operation zu gewährleisten. Bereits absolvierte Vorhaben im Rahmen von einer Betriebsgenehmigung.

1. UAS Betreiber – verantwortlich für Inhalt und Betrieb [↑](#footnote-ref-1)
2. Nennung der an der Erstellung beteiligten Personen [↑](#footnote-ref-2)
3. Autorisierte Person des UAS Betreibers [↑](#footnote-ref-3)
4. Liste aller in den ConOps genannten Referenzen (Dokumente, URLs, Handbücher, Anhänge) [↑](#footnote-ref-4)
5. Checklisten sind als Anlage getrennt von den Referenzen beizufügen [↑](#footnote-ref-5)
6. Dieser Punkt ist reserviert, falls Sie ein paar einleitende Worte schreiben möchten [↑](#footnote-ref-6)
7. Bitte eine ausführliche Beschreibung einfügen [↑](#footnote-ref-7)
8. Bitte eine Anlage für die entsprechenden Kompetenznachweise beifügen und in der Dokumentenliste erfassen [↑](#footnote-ref-8)
9. Wichtig: Bitte auf eine detaillierte Beschreibung achten, die schließlich die Risikoanalyse (SORA) begründen und nachvollziehbar machen [↑](#footnote-ref-9)
10. In diesem Abschnitt sollten das standardisierte Vorgehen (SOP – standard operating procedures) beschrieben werden, die für alle Operationen gelten, für die eine Genehmigung beantragt wird. Ein Verweis auf das anwendbare Betriebshandbuch ist zulässig. [↑](#footnote-ref-10)
11. Mindestanforderungen [↑](#footnote-ref-11)
12. Bitte ausführlich und detailliert beschreiben (vgl. OSO #8) [↑](#footnote-ref-12)
13. falls einleitende Worte geschrieben werden wollen [↑](#footnote-ref-13)
14. Dieser Abschnitt wird im BVLOS Bereich benötigt [↑](#footnote-ref-14)
15. Hinweis: PDRAs sind in der Anlage beschrieben und dienen dem SORA Prozess [↑](#footnote-ref-15)
16. Die Berechnung der typisch zu erwartenden Energie erfolgt über die Bestimmung der maximalen Geschwindigkeit: https://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/termv.html [↑](#footnote-ref-16)
17. Genauere Informationen entnehmen Sie bitte dem Easy Access Dokument [↑](#footnote-ref-17)
18. Genauere Informationen entnehmen Sie bitte dem Easy Access Dokument [↑](#footnote-ref-18)