

Anwendungsspezifische Fluggenehmigungen mit SORA

Eine Einführung in die spezielle Kategorie und das Specific Operations
Risk Assessment (SORA)



Inhalt

Legal Note	3
Begriffsdefinition	3
Einleitung	4
Anwendbarkeit der SORA sowie rechtliche und methodische Hintergründe	6
Für welche UAS-Anwendungen benötige ich einen SORA-Prozess?	6
Rechtliche Hintergründe zu SORA	9
Methodische Hintergründe zu SORA: Bow-Tie-Ansatz	9
Von Bow-Tie zu SORA	11
JARUS SORA	11
Grundverständnis der JARUS SORA	11
Der JARUS-SORA-Prozess	13
Fazit: Nutzen der SORA in Zulassung und Entwicklung	16

Der besondere Dank für die Entstehung dieser Publikation gilt den beteiligten Experten

- Leonhard Reich-Rohrwig, D-ARIA
- Marius Schröder, Third Element Aviation
- Oliver Lichtenstein, Beagle Systems

Legal Note

Der Inhalt des Whitepapers wurde sorgfältig recherchiert und zusammengestellt. Für die Richtigkeit und Vollständigkeit sowie für zwischenzeitliche Änderungen wird keine Gewähr übernommen.

Das Whitepaper dient als Anhaltspunkt und bietet einen Überblick zum Thema SORA (Specific Operations Risk Assessment). Es erhebt weder einen Anspruch auf Vollständigkeit noch auf die exakte Auslegung der bestehenden Rechtsvorschriften. Neben den im Whitepaper angesprochenen Beurteilungen, Vorgehensweisen und Maßnahmen sind noch weitere Konstellationen denkbar, die die Autoren nicht vorhersehen konnten.

Das Whitepaper darf daher nicht das Studium der relevanten Gesetze und Verordnungen ersetzen. Ebenso sind die Besonderheiten des individuellen Projekts und die damit einhergehenden Fluganforderungen zu berücksichtigen.

Begriffsdefinition

Unbemannte Luftfahrzeuge (engl. Unmanned Aircraft– UA) sind Luftfahrzeuge ohne Luftfahrzeugführer an Bord, die autonom, automatisiert oder ferngesteuert agieren.

UA können bspw. als Drehflügler als auch als Starrflügler ausgeführt sein. Drehflügler zeichnet aus, dass der Auftrieb erzeugende Flügel sich gegenüber dem Luftfahrzeug dreht (z.B. Helikopter). Starrflügler erzeugen den Auftrieb mittels unbeweglicher Flügel und benötigen zusätzlichen Vortrieb, der beispielsweise mittels Propeller oder Turbine erzeugt werden kann (z.B. herkömmliches Linienflugzeug).

Unbemannte Luftfahrzeugsysteme (UAS) sind die unbemannten Fluggeräte einschließlich des Systems zur Kontrolle oder Fernsteuerung.

Umgangssprachlich werden für Unbemannte Luftfahrzeuge auch oft die Begriffe Drohnen (engl. drones), Multikopter oder Kopter verwendet.

In diesem Whitepaper wird in der Regel der Begriff UAS (Unmanned Aircraft System) verwendet, wenn das Komplettsystem behandelt wird, sowie die Abkürzung UA (Unmanned Aircraft), sofern nur das Fluggerät gemeint ist.

Einleitung

Das Specific Operations Risk Assessment SORA ist eine speziell für Drohnenanwendungen entwickelte Risikoanalyse, die vom Drohnenbetreiber in gewissen Fällen durchgeführt werden muss.

Dieses Whitepaper soll als Hilfestellung zur Einarbeitung in die Thematik SORA dienen. Es ist eine erste Einführung in die Hintergründe, Methodik und Thematik der SORA und kann weder alle gesetzlichen Regelungen noch die SORA selbst bis ins letzte Detail beschreiben. Sehr wohl kann dieses Whitepaper die Aufwandsabschätzung einer SORA für ein angestrebtes Drohnenprojekt ermöglichen oder als Entscheidungshilfe dienen, ob eine SORA selbst oder durch externe Partner durchgeführt werden soll.

Im ersten Teil dieses Dokuments soll zunächst dargestellt werden, in welchen Anwendungsfällen eine SORA durchzuführen ist, damit die Leserschaft rasch erkennen kann, ob das restliche Dokument von Relevanz für seinen etwaigen Anwendungsfall ist.

Anschließend wird ein kurzer Überblick über die aktuelle Rechtslage in der EU gegeben und die Methodik hinter SORA erklärt. Dieser Abschnitt dient der weiteren Vertiefung in die Materie und kann bei Bedarf übersprungen werden.

Der zweite Teil des Dokuments widmet sich dem Grundverständnis der Methodik selbst, den Rahmenbedingungen sowie der Erklärung der einzelnen Schritte. Ebenso werden die Standardszenarien erläutert und im anschließenden Fazit der Bogen zu einem etwaigen Nutzen in der Entwicklung gespannt.

Anwendbarkeit der SORA sowie rechtliche und methodische Hintergründe

Für welche UAS-Anwendungen benötige ich einen SORA-Prozess?

Für den rechtlich korrekten Betrieb eines UA im öffentlichen Luftraum (nicht im Innenbereich) gibt es drei Betriebskategorien.

Fällt der Betrieb in generell erlaubte Parameter (z.B. Abflugmasse < 25kg, Betrieb am Tag, innerhalb der Sichtweite, außerhalb von Risikozonen), so kann das Fluggerät ohne besondere Genehmigung im Rahmen der offenen Kategorie (enthält Auflagen u.a. zu Kenntnismachung, Versicherung, Registrierung, Klasse des UAS) betrieben werden (vgl. Open Category der European Aviation Safety Agency EASA).

Ist der Betrieb besonders riskant, ist z.B. das Fluggerät besonders groß, so muss es wie ein Flugzeug zugelassen werden (vgl. Certified Category der EASA).

Im Bereich zwischen diesen Kategorien, also z.B. bei Betrieb außerhalb der Sichtweite, bei Nacht oder in Gefahrenbereichen, fällt der Betrieb in die spezielle Kategorie und der Betreiber benötigt eine Sondergenehmigung (vgl. Specific Category der EASA).

Zum Betrieb in der speziellen Kategorie gibt es vier unterschiedliche Ansätze:

1. Betrieb im Rahmen eines Standardszenario (STS)
2. Betrieb im Rahmen eines Betreiberzeugnisses für Leicht-UAS (LUC)
3. Betrieb im Rahmen von Flugmodellvereinen und -vereinigungen
4. Betrieb aufgrund einer Betriebsbewilligung,
 - a. die entweder auf einer vordefinierten Risikobewertung basiert (PDRA)
 - b. oder auf einer spezifischen Risikobewertung basiert, die vom Drohnenbetreiber gänzlich selbst erstellt wird (z.B. JARUS SORA)

Im Fall der Standardszenarien STS (1.) der speziellen Kategorie ist diese Risikobewertung für das Szenario bereits erstellt. Das eingesetzte Flugsystem muss die im Szenario definierten Anforderungen erfüllen und die Operation muss sich in ihren Parametern exakt an das Standardszenario halten. Der Betreiber muss lediglich deklarierend erklären, dass er diesem Standardszenario folgt, die Risikobewertung ist quasi bereits ausgefüllt und freigegeben. Der Drohnenbetreiber kann nach Bestätigung des Erhalts der Unterlagen durch die zuständige Landesluftfahrtbehörde den Betrieb entsprechend des STS aufnehmen. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Dokuments (März 2021) wurden von der EASA zwei Standardszenarien definiert, STS 1 und STS 2, für die allerdings UAS der Kategorie C5 oder C6 benötigt werden. Sie werden als Appendix zur Durchführungsverordnung 2019/947 veröffentlicht.

Wenn der Betreiber ein Betreiberzeugnis für Leicht-UAS (LUC) (2.) besitzt, entfällt die Notwendigkeit einer Risikobewertung. Dieses Zeugnis kann nur von Organisationen erlangt werden und ermöglicht diesen die selbstständige Risikobeurteilung von UAS-Einsätzen ohne die zuständige Luftfahrtbehörde. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Dokuments (März 2021) sind die Bedingungen zum Erlangen eines LUC noch nicht detailliert beschrieben.

Ebenso entfällt die Risikobewertung, sofern die Anwendung im Rahmen eines Flugmodellvereins (3.) durchgeführt wird, der eine entsprechende Genehmigung besitzt.

Ist keiner der bisher genannten Fälle zutreffend, so wird eine Risikobewertung der angestrebten Anwendung (Operations Risk Assessment) erforderlich. Auf dessen Grundlage kann die zuständige Behörde eine Betriebsgenehmigung für die spezifische Anwendung erteilen, sofern sie die restlichen Betriebsrisiken als ausreichend gemindert sieht.

Bei vordefinierten Risikoszenarien (PDRA) (4.a.) sind bereits wichtige Parameter für den Betrieb vordefiniert und nur Teile der Risikobewertung müssen ergänzt werden. So soll der Prozess vereinfacht und verschlankt werden, wenn außerhalb der offenen Kategorie und nicht innerhalb eines Standardszenarios operiert wird. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Dokuments (März 2021) hat die EASA ein PDRA veröffentlicht, es sollen allerdings noch viele weitere folgen.

Ist keine PDRA anwendbar, so muss ein eigenes SORA durchgeführt werden. Dieses **Specific Operations Risk Assessment** bewertet (Assessment) also die Risiken (Risk) einer spezifischen, einzelnen (Specific) Anwendung (Operations) von UAS. Daher betrachtet die SORA immer genau eine Anwendung. Diese eine Anwendung kann dabei eine einzelne Mission, z.B. eine Genehmigung für einen Inspektionsflug einer Autobahnbrücke, oder eine wiederkehrende Mission, z.B. die regelmäßige Kontrolle einer Zaunanlage bei Nacht, sein.

Innerhalb der SORA werden dabei alle Risiken, getrennt nach Risiken in der Luft (**Air Risk**, z.B. Risiko der Kollision mit einem anderen Flugzeug) und am Boden (**Ground Risk**, z.B. Risiko des Absturzes auf einen Menschen) betrachtet, deren Auswirkung analysiert und mit Gegenmaßnahmen (**Mitigations**, z.B. einem integrierten Fallschirm) verrechnet. Am Ende der SORA steht eine Risikoeinstufung der geplanten Anwendung.

Von einer SORA nicht abgedeckt sind

- Risiken, die von transportierten Personen oder Waren ausgehen,
- Sicherheitsaspekte, die über die Lufttüchtigkeit des UAS hinausgehen (z.B. EMV), sowie
- Datenschutz- und finanzielle Aspekte.

Die SORA ist also eine spezielle Form der Risikobewertung für UAS-Anwendungen, die zwar genehmigungsfähig, aber noch nicht allgemein genehmigt sind. Auf Basis der durch den Betreiber erstellten SORA, als Teil eines Genehmigungsantrags, entscheidet die zuständige Behörde über die Einzelgenehmigung der Anwendung

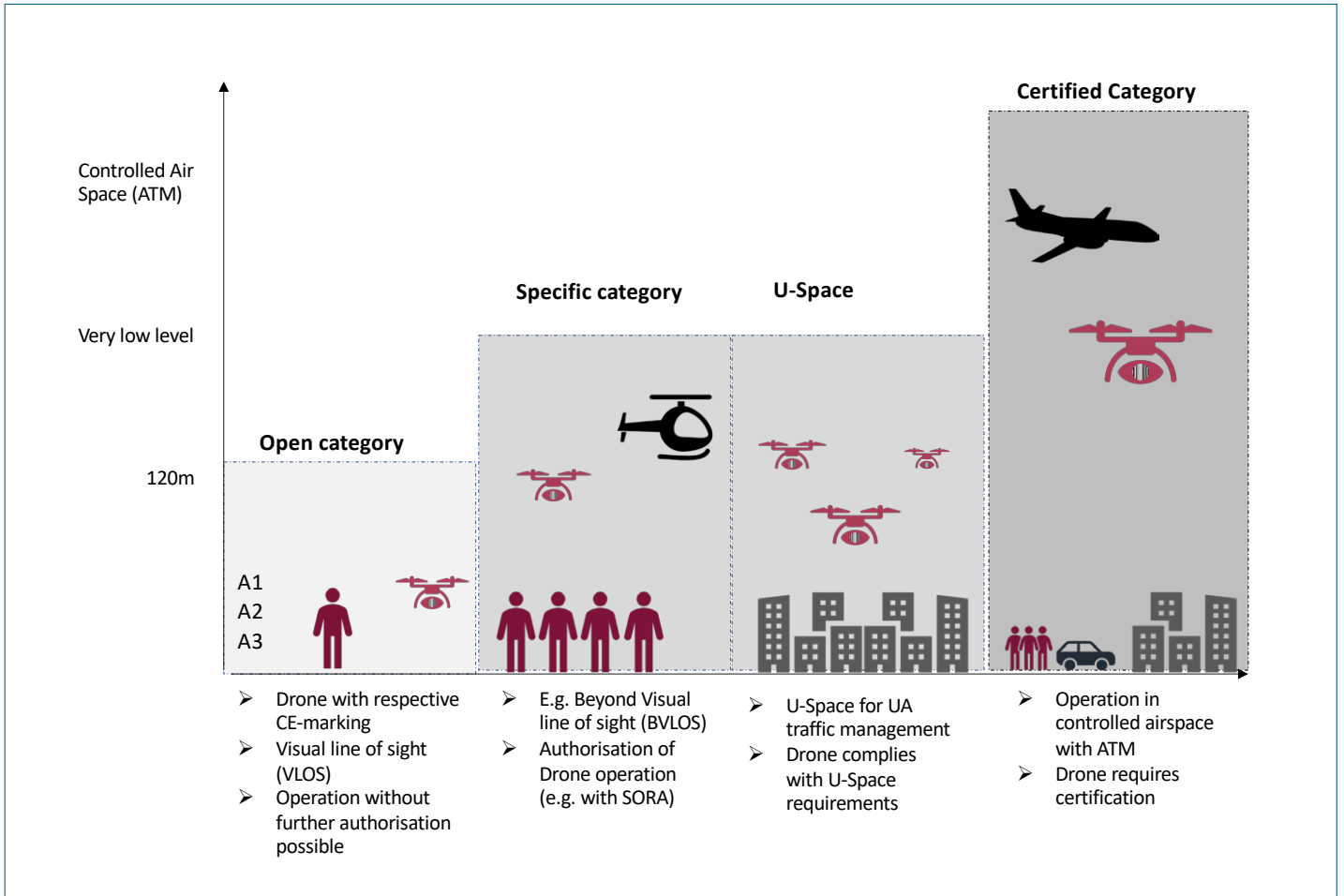


Abbildung 1: Einteilung in Betriebs-Klassen nach Durchführungsverordnung (EU) 2019/947

Quelle: D-ARIA GmbH

Rechtliche Hintergründe zu SORA

Die EASA hat mit der Grundverordnung **EU 1139/2018** und den delegierten Verordnungen **2019/945** sowie **2019/947** den rechtlichen Rahmen für die EU-weite Regulierung der Zulassungsbedingungen für UAS im Luftraum erlassen. Verordnung 2019/945 regelt dabei das Inverkehrbringen von UAS inklusive deren Konstruktion und Herstellung und gilt seit dem 01.07.2019. Verordnung 2019/947 widmet sich dem Betrieb von UAS, sieht z.B. die Einteilung in die drei Klassen „offen“, „speziell“ und „zulassungspflichtig“ vor und gilt seit dem 01.01.2021.

In Artikel 11 der Verordnung 2019/947 werden die Vorschriften für die Bewertung des Betriebsrisikos festgelegt und damit grundsätzliche Anforderungen an die Risikobewertung gestellt.

In den sogenannten „**Acceptable Means of Compliance (AMC) and Guidance Material (GM)**“ zur Verordnung 2019/947 werden einerseits jene Verfahren dargestellt, durch die man gesetzeskonform agieren kann, und andererseits Leitlinien zum Umgang mit dem Gesetz gegeben.

Die **GM1 to AMC1 Article 11** verweisen dabei explizit darauf, dass durch SORA die gesetzlichen Anforderungen aus Artikel 11 erfüllt werden, alternative Möglichkeiten werden jedoch auch akzeptiert. Inhaltlich wurde bei der Erstellung der Verordnungen und speziell der Risikoanalyse (z.B. SORA) auch durch die Joint Authorities for Rule-making on Unmanned Systems JARUS unterstützt, die sich aus Luftfahrtexperten unterschiedlicher internationaler Luftfahrtbehörden und -unternehmen zusammensetzen und die Integration von unbemannten Luftfahrtsystemen in den bestehenden Luftraum verbessern wollen.

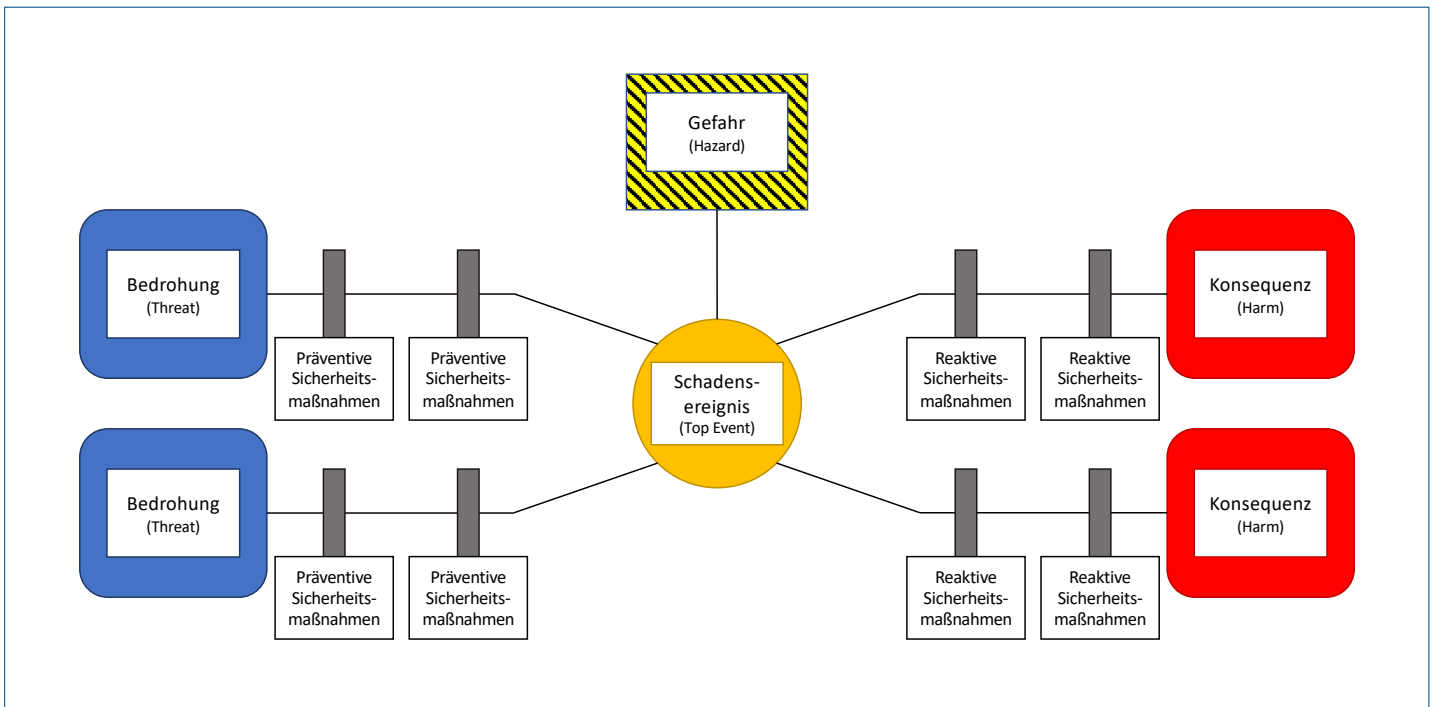


Abbildung 2: Aufbau eines Bow-Tie-Diagramms

Quelle: D-ARIA GmbH

Methodische Hintergründe zu SORA: Bow-Tie-Ansatz

SORA verfolgt einen sogenannten Bow-Tie-Ansatz. Der Name leitet sich aus der Ähnlichkeit des Aufbaus des Diagramms zu einer Fliege ab. Das Bow-Tie-Diagramm bietet einen strukturierten Ansatz, um das Risiko einer Gefahr abschätzen zu können und entsprechende Maßnahmen zu treffen.

Das Bow-Tie-Diagramm liest sich von links nach rechts. In der Mitte ist die übergeordnete Gefahr (Hazard) dargestellt, sie ist ein Aspekt der Organisation, der kontrolliert werden muss. Geht die Kontrolle über diesen Aspekt verloren, so folgt ein Schadensereignis (Top Event). Das Schadensereignis beschreibt den Moment, an dem die Kontrolle über die Gefahr verloren gegangen, allerdings noch kein Schaden eingetreten ist.

Links stehen die Ursachen oder Bedrohungen (Threats), die der Grund für den unerwünschten Kontrollverlust und folglich für den Eintritt des Schadensereignis sind.

Rechts findet man die Konsequenzen (Consequences/Harms) aus der Gefahr. Diese sind die vielen verschiedenen möglichen Schäden, die aus dem Eintreten des Schadensereignisses resultieren.

Um die bisher aufgezeigten Ursachen und Wirkungen zu verhindern, werden Sicherungsmaßnahmen (Barriers) getroffen. Präventive Maßnahmen (zwischen der Bedrohung und der Gefahr) verhindern den Verlust der Kontrolle über die Gefahr und damit den Eintritt des Schadensereignisses bzw. vermindern die Eintrittswahrscheinlichkeit. Reaktive Maßnahmen (zwischen der Gefahr und der Konsequenz) vermindern nach Eintreten des Schadensereignisses die Höhe des Schadens und helfen dabei, die Kontrolle über die Konsequenzen zu behalten.

Von Bow-Tie zu SORA

SORA basiert auf dem Bow-Tie-Ansatz und wandelt ihn spezifisch auf den Einsatz bei unbemannten Luftfahrzeugen ab. Das konkrete Schadensereignis der SORA ist der Kontrollverlust über das UA. Ursachen dafür können technische Probleme, menschliche Fehler, Zusammenstöße mit anderen Fluggeräten, schlechte Flugbedingungen oder die Beschädigung von externen Systemen, die zur Unterstützung des Fluges benötigt werden, sein. Konsequenzen sind tödliche Verletzungen von Dritten am Boden, in der Luft oder Schäden an kritischer Infrastruktur.

Innerhalb dieser bereits vorgegebenen Struktur gibt es nun eine Vielzahl an Möglichkeiten für präventive und/oder reaktive Sicherheitsmaßnahmen, die in der SORA bereits definiert sind. Diese Maßnahmen (Operational Safety Objectives/OSOs) werden nur noch anhand eines vorgegebenen Verteilungsschlüssels vergeben, der auf dem spezifischen Einsatzszenario (Concept of Operations/ConOps) und den damit verbundenen Risiken (Specific Assurance and Integrity Level/SAIL) basiert.

Kurz gesagt: Generelle Gefahr, Ursachen und Wirkungen einer UAS-Anwendung sind bekannt und die SORA empfiehlt dem Betreibenden anhand seines spezifischen Einsatzszenarios und damit Risikos, welche Maßnahmen er zur Vermeidung von Gefahren und zur Einschränkung von Konsequenzen vorsehen sollte.

JARUS SORA

Die „originale“ SORA wurde von den Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems JARUS entwickelt. Eine detaillierte Beschreibung zum Vorgehen ist einerseits auf der [JARUS Homepage](#) und andererseits im [Guidance Material zu der EU-Verordnung 2019/947](#) zu finden, aktuell allerdings nur in englischer Sprache. An dieser Stelle sei auch speziell auf das [Executive Summary](#) von JARUS verwiesen, das die Vorgehensweise kurz und prägnant auf Englisch zusammenfasst.

Grundverständnis der JARUS SORA

Zunächst müssen einige Begriffe und Hintergründe erläutert werden, um die anschließenden Schritte der SORA besser verständlich zu machen.

Risiko wird als das Produkt aus Häufigkeit (und damit Wahrscheinlichkeit) des Eintretens sowie der Schwere des eintretenden Schadens definiert. Da absolute Sicherheit nie erreicht werden kann, bedeutet „sicher“ in diesem Kontext daher nur, dass ein akzeptables Risiko erreicht wird.

Generell wird unterschieden, ob der vorgesehene Einsatz

- noch unter Kontrolle ist oder
- ob die Kontrolle verloren wurde.

Ist der Einsatz unter Kontrolle, so befindet sich das UAS im normalen, vorgesehenen Betrieb im vorgesehenen Flugbereich. Treten nun unerwünschte unvorhersehbare Ereignisse ein, so werden Kontrollmaßnahmen benötigt, um das UAS im Betriebsbereich zu halten, der sich aus dem Flugbereich sowie dem Notfallbereich zusammensetzt. Wird nun auch dieser Notfallbereich überschritten, so müssen Notfallmaßnahmen angewandt werden und die UA befindet sich in einem letzten Risikopufferbereich, bevor der angrenzende Luftraum oder der angrenzende Bodenbereich erreicht wird und es zu Schäden kommen kann.

Ein weiteres wichtiges Konzept für das Verständnis der SORA ist die Robustheit von Maßnahmen und Sicherheitszielen. Die Robustheit einer Maßnahme setzt sich zusammen aus ihrem Sicherheitsgewinn („Integrity“) sowie aus der Methode des Nachweises („Assurance“). Je besser die Sicherheitsmaßnahmen sind (z.B. kein Fallschirm < manueller Fallschirm < automatischer Fallschirm) und je glaubwürdiger die Form des Nachweises ist (z.B. Selbsterklärung < eigene Testberichte < Prüfbericht durch Dritten), umso größer ist die Robustheit einer Maßnahme und dementsprechend kleiner ist das übrigbleibende Risiko

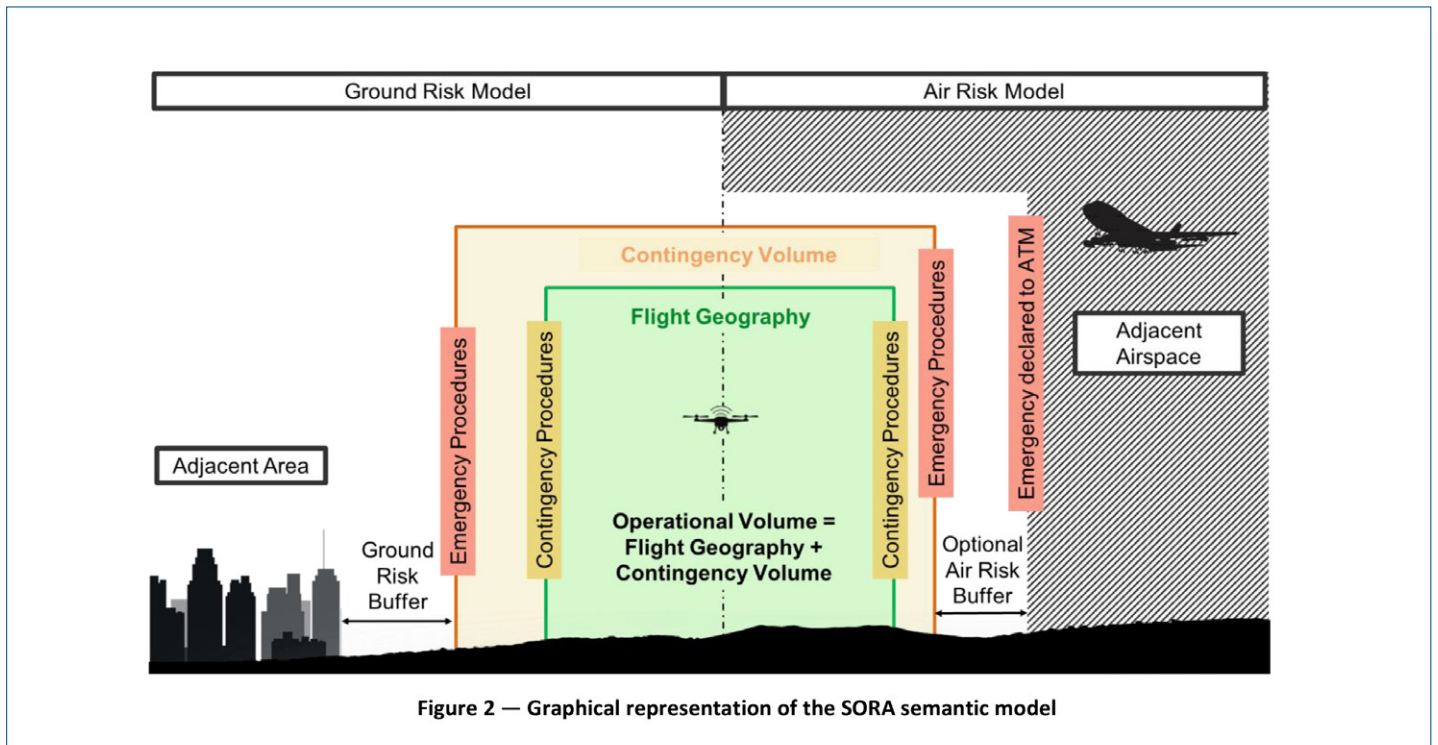


Figure 2 — Graphical representation of the SORA semantic model

Abbildung 3: Semantisches Modell der SORA, JARUS SORA v2.0

Quelle: European Union Aviation Safety Agency “Acceptable Means of Compliance (AMC)”

Der JARUS-SORA-Prozess

Der SORA-Prozess läuft in 11 Schritten ab:

Betriebskonzept

- Schritt 0 Überprüfen, ob SORA notwendig ist
- Schritt 1 Erstellen des Betriebskonzepts (Concept of Operations ConOps)

Ground Risk Process

- Schritt 2 Ermitteln der Intrinsic Ground Risk Class GRC (ungemindertes Schadensrisiko am Boden)
- Schritt 3 Ermitteln der finalen, geminderten GRC anhand von Sicherheitsmaßnahmen

Air Risk Process

- Schritt 4 Bestimmen der Initial Air Risk Class ARC (ungemindertes Schadensrisiko in der Luft)
- Schritt 5 Bestimmen des Residual ARC (verbleibendes Schadensrisiko in der Luft) anhand strategischer Sicherheitsmaßnahmen

- Schritt 6 Bestimmen der Anforderungen an die taktischen Sicherheitsmaßnahmen und deren Robustheit

Safety Assurance and Integrity Level SAIL & Operational Safety Objectives OSOs

- Schritt 7 Bestimmen des finalen Specific Assurance and Integrity Levels SAIL
- Schritt 8 Bestimmen der Sicherheitsziele (Operational Safety Objectives OSOs)
- Schritt 9 Überlegungen zum angrenzenden Luftraum und Bodenbereich

Umfassendes Sicherheitsportfolio

- Schritt 10 Zusammenstellen des umfassenden Sicherheitsportfolios

Schritt 0**Überprüfen der Notwendigkeit und Anwendbarkeit:**

Als vorgelagerter Schritt sollte überprüft werden, ob die geplante UAS-Anwendung in die „Specific-Kategorie“ fällt, ob ein Standardszenario anwendbar ist und ob es von der jeweiligen nationalen Luftfahrtbehörde ein Verbot dieser Anwendung gibt.

Schritt 1**Erstellen des Betriebskonzepts (Concept of Operations – ConOps):**

Eine SORA wird für eine spezifische UAS-Anwendung durchgeführt, die Details zu dieser spezifischen Anwendung werden im Betriebskonzept dargelegt. Die SORA gilt dann auch nur für dieses Betriebskonzept und folglich muss der Betreiber sicherstellen, dass der tatsächliche Betrieb seiner Anwendung auch mit dem beschriebenen Konzept übereinstimmt.

Im Concept of Operations ConOps sollen genügend Informationen über die Technik, den Einsatz sowie die beteiligten Menschen gesammelt werden, um später die umfassende Risikobeurteilung möglich zu machen. Detaillierte Anforderungen an den Inhalt sind im Anhang A der SORA angegeben. Dazu zählen Informationen zu den Piloten und sonstiger Crew und deren Training und Qualifikation, dem geplanten Ablauf der Anwendung, Umgang mit Notsituationen, technische Details zum UAS und dessen Sensorik, Steuerung und Safety-Features. Das Erstellen des Betriebskonzepts kann durchaus ein iterativer Prozess sein, da beim Durchlaufen der SORA Anforderungen wie Sicherheitsfeatures oder Einschränkungen des Betriebs erforderlich werden, die anschließend wiederum in das Betriebskonzept aufgenommen werden müssen.

Schritt 2**Ermitteln der Intrinsic Ground Risk Class GRC (Ungemindertes Schadensrisiko am Boden):**

Zunächst wird das ungeminderte Schadensrisiko für Personen und Infrastruktur am Boden ermittelt. Anhand der folgenden Einflussfaktoren resultiert ein Wert zwischen 1 und 11:

- Maximale Größe des Luftfahrzeugs (und damit seine typischerweise auftretende maximale kinetische Energie)
- Geplantes Flugszenario (VLOS, BVLOS, unbesiedeltes/dichtbesiedeltes Gebiet, Menschenmenge)

Schritt 3**Ermitteln der finalen, geminderten GRC anhand von Sicherheitsmaßnahmen:**

Das intrinsische Risiko am Boden kann durch verschiedene Maßnahmen reduziert werden. Diese Maßnahmen sind dem Anhang B zu entnehmen und reichen vom Anleinen des UA über einen Fallschirm bis zu einem Notfallplan. Anhand einer Tabelle ergeben sich Werte, die vom intrinsischen GRC abgezogen oder hinzuaddiert werden können, um zum finalen GRC-Wert für das Risiko am Boden zu gelangen.

Ist dieser Wert höher als 7, so kann der SORA-Prozess nicht weiter angewandt werden, da das UAS nun in die Kategorie „Certified“ fällt.

Schritt 4**Bestimmen der Initial Air Risk Class ARC (ungemindertes Schadensrisiko in der Luft):**

Anhand eines Entscheidungsbaums wird das anfängliche Risiko für einen Zusammenstoß in der Luft mit anderen Benutzern des Luftraums bewertet. Einflussfaktoren für ein höheres Risiko sind u.a. Flughöhe, Nähe zu Flughäfen, kontrollierter/unkontrollierter Luftraum und städtisches oder ländliches Gebiet. Die Bewertung der Air Risk Class ARC kann auch von der nationalen Luftfahrtbehörde festgelegt werden und hat Vorrang gegenüber dem SORA Rating.

Schritt 5**Bestimmen des Residual ARC anhand strategischer Sicherheitsmaßnahmen:**

Anschließend kann die Initial Air Risk Class durch die Anwendung von strategischen Sicherheitsmaßnahmen verringert werden. Die vielfältigen Möglichkeiten werden in Anhang C dargestellt und umfassen z.B. Einschränkungen der Flugzeit oder des Flugkorridors. Nach Anwendung der Maßnahmen resultiert die Residual Air Risk Class.

Schritt 6**Bestimmen der Anforderungen an die taktischen Sicherheitsmaßnahmen und deren Robustheit (Tactical Mitigation Performance Requirement TMPR):**

Um das übriggebliebene Risiko eines Zusammenstoßes in der Luft weiter zu reduzieren, werden taktische Sicherheitsmaßnahmen benötigt. Sie werden in Anhang D der SORA beschrieben und unterscheiden sich in zwei Klassen:

- Menschliche Erkennungsmaßnahmen: „Erkennen und vermeiden“ bzw. „See and Avoid“ bezeichnet alle manuellen, durch den Piloten durchgeführten Maßnahmen zum Erkennen von Gefahren und Herstellen von Sicherheit, wie sie meist bei Flügen mit direkter Sichtverbindung (Visual line of sight VLOS) oder bei Flügen mit zusätzlichen Beobachtern (Extended visual line of sight EVLOS) vorkommen. Das UAS ist ständig in Sichtweite des Piloten oder eines Beobachters, dieser erkennt Gefahren und hält das Fluggerät außerhalb des Gefahrenbereichs. Dies ist eine akzeptable Sicherheitsmaßnahme für alle Air-Risk-Klassen, kann jedoch für spezielle Einsätze nicht ausreichend sein.

- Alternative Verfahren zur Risikominderung: Zur Unterstützung oder zum Ersatz eines Piloten können maschinelle Systeme zum Einsatz kommen, die in SORA als „Detect and Avoid DAA“ zusammengefasst werden. Ihr Ziel ist das automatische Erkennen anderer Flugobjekte oder Gefahren und folglich das Geben von Warnhinweisen oder der selbstständige Eingriff in die Steuerung. Solche Systeme können sich auf dem UA selbst, auf dem Boden oder auch auf beiden befinden, wie beispielsweise Airborne Collision Avoidance Systems (ACAS-X) oder auch Air Traffic Control ATC. Solche Systeme werden vor allem bei Flügen außerhalb der Sichtweite des Piloten (Beyond visual line of sight BVLOS) benötigt, die Anforderungen (TMPRs) an die Systeme und ihre Robustheit werden mit steigender Air Risk Class deutlich strenger.

Schritt 7**Bestimmen des finalen Specific Assurance and Integrity Levels SAIL:**

Der SAIL führt Ground Risk Class und Air Risk Class zusammen und ergibt einen Wert, wie zuversichtlich man ist, dass die UAS-Anwendung unter Kontrolle bleibt. Er wird anhand einer Tabelle ermittelt und ist direkt mit operationalen Sicherheitszielen verbunden, die es zu erreichen gilt.

Schritt 8

Bestimmen der Sicherheitsziele (Operational Safety Objectives OSOs):

Anhand des zuvor ermittelten SAILs können nun operationale Sicherheitsziele (OSOs) einer Tabelle entnommen werden. Diese sind je nach SAIL optional oder mit niedriger, mittlerer oder hoher Robustheit empfohlen. Die Ziele selbst sind aus der Erfahrung entstanden, wie der sichere Betrieb von UAS gewährleistet werden kann, und umfassen z.B. Training, Instandhaltung, Notfallpläne oder auch technische Anforderungen an das UAS. Detaillierte Beschreibungen finden sich im Anhang E.

Schritt 9

Überlegungen zum angrenzenden Luftraum und Bodenbereich:

Generell darf kein Fehler des UA oder des zugehörigen Systems dazu führen, dass sich das UAS außerhalb des Betriebsbereichs (Definition siehe oben) aufhält. Diese Anforderung muss durch entsprechende Konstruktion (Redundanzen etc.) sowie Beachtung aller widrigen Umstände in der ConOps erfüllt werden.

Für Anwendungen, die u.a. in der Nähe von Menschenmengen oder stark frequentierten Lufträumen durchgeführt werden, gelten ähnliche Anforderungen an die Wahrscheinlichkeit des Verlassens des Betriebsbereichs.

Schritt 10

Zusammenstellen des umfassenden Sicherheitsportfolios:

Es sollten neben den Anforderungen der SORA auch weitere Anforderungen wie jene des Umweltschutzes, der Sicherheit oder des Datenschutzes beachtet und mit den jeweiligen Behörden erörtert werden. Darüber hinaus hat der Anwender dafür zu sorgen, dass die tatsächliche Anwendung konsistent mit der Anwendung, die in der SORA beschrieben wird, übereinstimmt.

Fazit: Nutzen der SORA in Zulassung und Entwicklung

SORA ist eine gesetzlich geforderte umfassende Methodik, um die Risiken einer UAS-Anwendung strukturiert zu bewerten und geeignete Minderungsmaßnahmen zu treffen.

Da der Aufwand der kompletten Neuerstellung einer SORA beträchtlich ist, ist es sehr zu begrüßen, dass in Zukunft die bestehenden Möglichkeiten erweitert werden sollen, eine UAS-Anwendung in der speziellen Kategorie mit beispielsweise STS oder PDRAs betreiben zu dürfen.

Neben der Erfüllung rechtlicher Anforderungen bei der Zulassung kann SORA allerdings auch einen zusätzlichen Nutzen bringen, wenn sie bereits zu Beginn der Auslegung und Entwicklung einer UAS-Anwendung erstellt wird. Wie auch andere bekannte Risikobeurteilungsverfahren (FMEA etc.) ermöglicht SORA bereits in frühen Projektphasen das Erkennen von potenziellen Risiken und Schwachstellen der UAS-Anwendung sowie die Abschätzung des Business Cases hinter der Anwendung. Für diese Ersteinschätzung ist ein grober Durchlauf der SORA ohne Spezifizierung aller Details ausreichend. Generell lässt sich dabei feststellen, dass mit einem höheren Risiko-level und damit einem höheren SAIL auch die Kosten für den Einsatz exponentiell steigen. Ebenso lassen sich bereits in der Anforderungsdefinitionsphase eines Projekts alle Anforderungen an das UAS spezifizieren und somit zielgerichtet entwickeln.

SORA ist also nicht nur ein umfassendes Tool zur Bewertung von Betriebsrisiken eines UAS, sondern kann auch bereits in dessen Planung und Entwicklung wertvolle Dienste leisten.

Impressum

VDMA e. V.

Arbeitsgemeinschaft Industrial Drone Solutions

Lyoner Straße 18
60528 Frankfurt am Main

E-Mail ids@vdma.org

Internet ids.vdma.org

Kontakt

Juliane Friedrich

Telefon +49 69 6603-1508

Fax +49 69 6603-2508

E-Mail juliane.friedrich@vdma.org

Internet ids.vdma.org

Editor

Juliane Friedrich

Status

Juni 2021

© Arbeitsgemeinschaft Industrial Drone Solutions

VDMA

Arbeitsgemeinschaft Industrial Drone Solutions

Lyoner Straße 18

60528 Frankfurt am Main

E-Mail ids@vdma.org

Internet ids.vdma.org

ids.vdma.org