



Leitfaden

AD I-005 D

Gegenstand:

Safety Risk Management auf Flugplätzen

Referenz: 62-04.17

Adressaten: Flugplatzhalter, Flugplatzleiter, *Safety Manager*

Ausgabestand: Vorliegende Version: 2.0 vom 6.6.2013

Verfasser: Martin Schilt / BAZL SIAP

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	3
2. Begriffsdefinitionen	4
3. Übersicht	5
4. Vorgehen	6

Anhang

1. **Gefahrentabelle und Sicherheitsrelevanz**
2. **Gefahrenblatt für die vertiefte Untersuchung einer Gefahr**
3. **Gefahrenbibliothek**
4. ***Safety Assessment* einer sicherheitsrelevanten Änderung**

1. Einführung

Gemäss Verordnung über die Infrastruktur der Luftfahrt (VIL)¹ wird von den zertifizierten Flugplatzhaltern verlangt, dass sie ein *Safety Management System* (SMS) gemäss den Vorgaben der ICAO implementieren und betreiben. Eine der grundlegenden Aufgaben des SMS ist, dass der Flugplatzhalter die Gefahren seines Flugplatzes kennt und die damit verbundenen Sicherheitsrisiken in angemessener Weise kontrolliert und minimiert.

Der vorliegende Leitfaden dient als Wegleitung für den praktischen Umgang mit Gefahren und Risiken auf Flugplätzen (*Safety Risk Management*) und richtet sich an Sicherheitsverantwortliche von Flugplätzen (Flugplatzleiter und *Safety Manager*). Darin beschrieben werden sämtliche Arbeitsschritte zur erstmaligen Erstellung einer umfassenden Flugplatz-Gefahrenbibliothek und beschreibt den Zusammenhang zur Untersuchung einzelner Änderungsvorhaben (*Safety Assessment*).²

Die erstmalige Erstellung der Flugplatz-Gefahrenbibliothek nach diesem Leitfaden wird vom BAZL im Rahmen der Implementierung von SMS auf Flugplätzen unter dem Titel „Projekt Hazid“ begleitet.

1.1 Gefahrenbibliothek

Die Gefahrenbibliothek (*Safety Library*) besteht aus einem Zusammenzug aller relevanten Informationen zum Umgang mit identifizierten Gefahren und Risiken im Gesamtsystem Flugplatz und bildet die zentrale Grundlage für strategische und operationelle Entscheide im Bereich *Safety*. Die Gefahrenbibliothek wird gespeisen aus den Erkenntnissen einzelner Gefahrenuntersuchungen (*Safety Assessments*).

1.2 *Safety Assessments*

Der methodische Unterschied eines einzelnen *Safety Assessments* (z.B. für ein Bauprojekt, eine Prozessänderung, eine Reorganisation etc. im Rahmen des *Management of Change*) gegenüber der Gefahrenbibliothek liegt im enger eingegrenzten Teilsystem, d.h. anstelle des Gesamtsystems wird nur ein Ausschnitt davon (z.B. Baustelle) betrachtet.

¹ SR 748.131.1

² Hinweis: Der vorliegende Leitfaden ersetzt die bisherigen Dokumente „Leitfaden zur Gefahrenidentifikation und –beurteilung“ vom 29.5.2009 sowie „Leitfaden Methodik von *Safety Assessments* auf Flugplätzen“ vom 1.6.2010 ab

2. Begriffsdefinitionen

Begriff	Bedeutung
Ereignis (<i>Occurrence</i>)	Vorfall oder Unfall. ³
Gefahr (<i>Hazard</i>)	Zustand oder Objekt mit dem Potential Personen zu verletzen, Ausrüstung oder Strukturen zu beschädigen, zu Materialverlust zu führen oder die Fähigkeit eine vorgeschriebene Funktion ausführen zu können zu beeinträchtigen. ⁴
<i>Safety Assessment</i>	Umfassende, systematische Evaluation eines bestimmten Organisationselements, Prozesses oder Systems, um nachzuweisen, dass die Sicherheitsanforderungen eingehalten sind. ⁵
Sicherheitsrisiko (<i>Safety Risk</i>)	Das ermittelte Potential negativer Konsequenzen, welche aus einer Gefahr entstehen können. Kombination aus Eintretenswahrscheinlichkeit (<i>Probability</i>) und Schadensausmass (<i>Severity</i>). ⁶
Unfall (<i>Accident</i>)	Ereignis beim Betrieb eines Luftfahrzeugs, sofern sich eine Person mit der Absicht, einen Flug durchzuführen, darin aufhält: a) bei dem eine Person inner- oder ausserhalb des Luftfahrzeugs erheblich verletzt oder getötet wird; oder b) bei dem das Luftfahrzeug einen Schaden erleidet, der die Festigkeit, die Flugeigenschaften oder die Flugeigenschaften wesentlich beeinträchtigt und in der Regel grössere Reparaturarbeiten oder den Ersatz des beschädigten Bauteils erforderlich macht; oder c) bei dem das Luftfahrzeug verschollen oder das Wrack unerschickbar ist. ⁷
Vorfall (<i>Incident</i>)	Ereignis – ausgenommen Unfall – beim Betrieb eines Luftfahrzeugs, welches die Sicherheit des operationellen Betriebs beeinträchtigt oder beeinträchtigen kann. ⁸

³ Ins Deutsche übersetzt aus: ICAO Doc 9156 Accident/Incident Reporting Manual (1987), Kapitel 1.1

⁴ Ins Deutsche übersetzt aus: ICAO Doc 9859 Safety Management Manual (2009), Kapitel 4.2.3

⁵ Ins Deutsche übersetzt aus: ICAO Accident Prevention Programme (2005), Glossar

⁶ Ins Deutsche übersetzt aus: ICAO Doc 9859 Safety Management Manual (2009), Kapitel 5.2.8

⁷ Verordnung über die Untersuchung von Flugunfällen und schweren Vorfällen (SR 748.126.3), Art. 1

⁸ Ins Deutsche übersetzt aus: ICAO Doc 9156 Accident/Incident Reporting Manual (1987), Kapitel 1.4

3. Übersicht

Der Einbezug möglichst vieler Quellen bildet die Basis für ein umfassendes Bild der vorherrschenden Gefahren und ist damit Grundlage für einen möglichst lückenlosen und systematischen Umgang mit Gefahren.

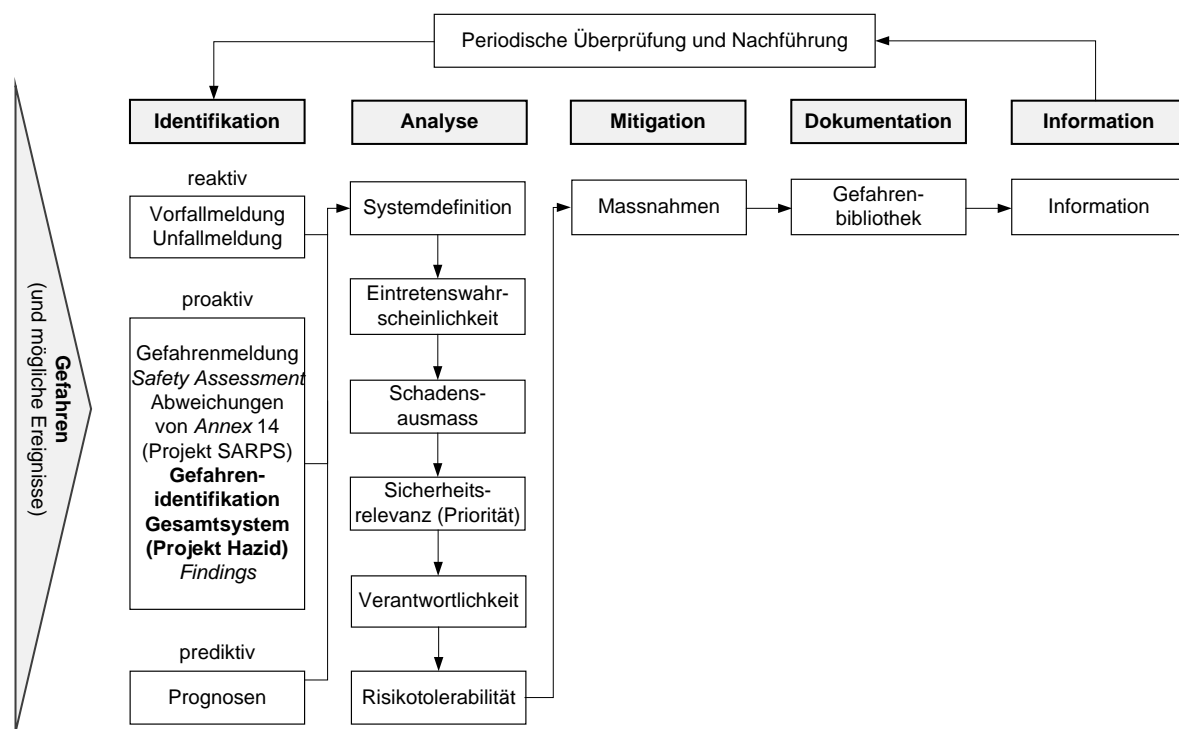


Abbildung 1: Der *Safety Risk Management*-Kreislauf im Überblick

Die Identifikation von Gefahren kann auf reaktivem, proaktivem oder prediktivem Weg erfolgen (siehe Abbildung). Anschliessend werden diese analysiert und mit geeigneten Massnahmen mitigiert.

4. Vorgehen

Die Erstellung einer Flugplatz-Gefahrenbibliothek umfasst folgende Arbeitsschritte:

1. Systemdefinition
2. Identifikation von Gefahren und Ereignissen
3. Einschätzung der Eintretenswahrscheinlichkeit
4. Einschätzung des Schadensausmasses
5. Sicherheitsrelevanz (Priorität)
6. Festlegung der Verantwortlichkeiten
7. Beurteilung Initialrisiko vor Mitigation
8. Mitigation
9. Beurteilung Residualrisiko nach Mitigation
10. Dokumentation
11. Information
12. Periodische Überprüfung und Nachführung

Hinweis: Auf Flugplätzen mit kleiner Organisationsstruktur und einfachem Betriebsregime können die Arbeitsschritte zusammengefasst oder gleichzeitig behandelt werden.

4.1 Systemdefinition

Arbeitsschritte:

1. Beschrieb der Systemgrenzen und Schnittstellen
2. Bildung von Flugplatz-Subsystemen

Ziel der Gefahrenidentifikation ist es, ein möglichst vollständiges Gefahrenbild des Gesamtsystems zu erhalten. Deshalb sollen unabhängig von der Frage der Verantwortung zunächst sämtliche Gefahren identifiziert und beurteilt werden, sofern diese einen Einfluss auf die operationelle Sicherheit des Flugplatzbetriebs haben können. Dies gilt speziell auch für die Schnittstelle zur Flugsicherung sowie zu Flug- und Unterhaltsbetrieben. Die Frage der Verantwortlichkeit wird zu einem späteren Zeitpunkt geklärt.

Hinweis: Nebst den Flughäfen sind aufgrund der geltenden Vorgaben auch die Flugsicherung sowie Flug- und Unterhaltsbetriebe verpflichtet, ein SMS zu betreiben. Entsprechend führen diese Organisationen eine Gefahrenidentifikation auch für ihren Geschäftsbereich durch. Um ein möglichst vollständiges Gesamtbild aller Gefahren des Gesamtsystems zu ermöglichen (Vermeidung von Lücken und „blinden Flecken“), ist es wichtig die Gefahrenbibliotheken dieser Teilbereiche nach Abschluss der einzelnen Studien zusammenzuführen. Dadurch können die Gefahren und ihre Wechselwirkungen in ihrer Gesamtheit erfasst werden.

Innerhalb System	Ausserhalb System
<ul style="list-style-type: none"> - Operationen im umliegenden Luftraum (z.B. CTR bei kontrolliertem Flugplatz, Ein- und Ausflugsektoren bei unkontrollierten Flugplatz) - Operationen am Boden (z.B. innerhalb des Flugplatzperimeters) - Andere Operationen mit Einfluss auf die Sicherheit (<i>Safety</i>) des Flugplatzbetriebs 	<ul style="list-style-type: none"> - Operationen oder Themenbereiche ohne Einfluss auf die Sicherheit (<i>Safety</i>) des Flugplatzbetriebs (z.B. Operationen im öffentlich zugänglichen Bereich des Flugplatzes, Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz, ökonomische Gefahren, <i>Security</i>)

Tabelle 1: Systemgrenzen des Flugplatz-Gesamtsystems

Für die Untersuchung des Gesamtsystems Flugplatz ist die Bildung von Subsystemen hilfreich. Je nach Komplexität des Flugplatzes können dabei Bereiche zusammengefasst oder weiter aufgeteilt werden.

System	Subsysteme
Luft	<i>Take Off, Initial Climb, Approach, Landing</i>
Boden	<i>Arrival, Ground Handling, Departure</i>

Tabelle 2: Aufteilung in Flugplatz-Subsysteme (Beispiel)

4.2 Identifikation von Gefahren und Ereignissen

Arbeitsschritte:

1. Erstellung einer Gefahrentabellen-Vorlage für jedes Subsystem
2. Identifikation möglicher Gefahren
3. Ermittlung möglicher Ereignisse für jede Gefahr

Eine Gefahrentabelle ist eine systematische Form der Dokumentation von ermittelten Gefahren und zugehörigen Ereignissen (Konsequenzen), welche aus den einzelnen Gefahren entstehen können (Beispiel siehe Anhang).

Hinweis: Anstelle der Gefahrentabellen kann der Einfachheit halber auch direkt die Vorlage für die vollständige Gefahrenbibliothek erstellt werden (Beispiel siehe Anhang), dadurch müssen die Gefahrentabellen nicht erst später erweitert werden.

Die Ermittlung von Gefahren und zugehöriger Ereignisse kann mittels verschiedener Methoden erfolgen. Entscheidend ist in jedem Fall die Einbindung von Fachexperten aus allen relevanten Themenbereichen.

<i>Brainstorming</i>	Historisch	Systematisch
Methode zur Ideenfindung, welche die Erzeugung von neuen, ungewöhnlichen Ideen in einer Gruppe von Menschen fördern soll. Dazu werden geplante Sitzungen mit Experten verschiedener Fachbereiche durchgeführt.	Untersuchung bestehender Vor- und Unfälle, Gefahrenmeldungen sowie weiterer Sicherheitsberichte (z.B. <i>Safety Assessments</i> , Audits, Inspektionen etc.).	Systematische, sequenzielle Betrachtung einzelner Prozesse und möglicher Fehlerquellen. Beispiele hierfür sind die <i>Failure Modes Effects and Criticality Analysis</i> (FMECA) oder die <i>Hazard and Operability Analysis</i> (HAZOP).

Tabelle 3: Methoden der Gefahren- und Ereignisidentifikation

Für eine möglichst umfassende Gefahren- und Ereignisidentifikation können die nachfolgenden Aspekte zu Hilfe genommen werden:

Aspekt	Hilfsmittel
Prozesse	Im Sinne einer Checkliste können die im Flugplatzhandbuch abgebildeten Prozesse herbeigezogen werden. Damit können Überlegungen zu Verfahrensabläufen, Verantwortlichkeiten, Ressourcen, Kommunikation etc. angestellt werden.
Infrastruktur	Im Rahmen des <i>Compliance Managements</i> erstellte Konformitätsprüfungen (z.B. gegenüber ICAO Annex 14) können wertvolle Hinweise auf mögliche Gefahren geben.
Ausbildung	Analyse bestehender Ausbildungskonzepte sowie erfolgter Schulungen und Gegenüberstellung mit den erforderlichen Kompetenzen.

Tabelle 4: Aspekte der Gefahren- und Ereignisidentifikation

Um aus einer Gefahr mögliche Ereignisse ableiten zu können, ist es notwendig, Gefahren präzise zu benennen, sowie räumlich und zeitlich möglichst genau einzugrenzen (z.B. Baustellenzufahrt führt während Flugbetrieb über TWY M). Bezeichnungen wie „schlechte Wetterbedingungen“ oder „falsche NOTAM-Information“ sind zu allgemein und erschweren so später die Ermittlung gezielter Massnahmen.

4.3 Einschätzung der Eintretenswahrscheinlichkeit

Arbeitsschritte:

1. Einschätzung der Eintretenswahrscheinlichkeit (*Probability*) für jedes Ereignis

Die Einschätzung der ermittelten Ereignisse soll möglichst realitätsbezogen erfolgen, d.h. den für das jeweilige Ereignis plausibelsten Fall betrachten.

Index	Klassifikation (qualitativ)	quantitativ	
		absolut	relativ ⁹
5	häufig (<i>frequent</i>)	täglich bis wöchentlich	1 pro 10-100 Flugbewegungen
4	gelegentlich (<i>occasional</i>)	monatlich	1 pro 1'000 Flugbewegungen
3	selten (<i>remote</i>)	jährlich	1 pro 100'000 Flugbewegungen
2	sehr selten (<i>improbable</i>)	10-jährlich	1 pro 1'000'000 Flugbewegungen
1	äusserst selten (<i>extremely improbable</i>)	100-jährlich	1 pro 10'000'000 Flugbewegungen

Tabelle 5: Beispiel einer Klassierung der Eintretenswahrscheinlichkeit

4.4 Einschätzung des Schadensausmasses

Arbeitsschritte:

1. Einschätzung des Schadensausmasses (*Severity*) für jedes Ereignis

Bei der Abschätzung des möglichen Schadensausmasses einzelner Ereignisse sind nur die direkten *safety*-relevanten Konsequenzen zu betrachten (Personen- und Sachschäden).

⁹ Quantitative Skala (sofern verwendet) muss an die lokalen Gegebenheiten des betrachteten Flugplatzes angepasst werden

Index	Klassifikation (qualitativ)	quantitativ		
		Personen	Ausrüstung	Sicherheits- schränken
A	katastrophal ¹⁰ (<i>catastrophic</i>)	Mehrere Todesopfer	Verlust eines Flugzeugs, Ausrüstung zer- stört	Keine verblei- benden Sicher- heitsschränken
B	schwerwiegend ¹¹ (<i>hazardous</i>)	Einige Todes- opfer oder Schwerverletz- te	Substanzielle Schäden an Flugzeug oder Ausrüstung	Wenige (1-2) verbleibende Sicherheits- schränken
C	bedeutend ¹² (<i>major</i>)	Einige Schwer- verletzte, keine Todesopfer	Geringe Schä- den an Flug- zeug oder Aus- rüstung	Einige (>2) verbleibende Sicherheits- schränken
D	gering ¹³ (<i>minor</i>)	Einige Leicht- verletzte	Keine signifi- kanten Schäden an Flugzeug oder Ausrüs- tung	Mehrere verbleibende Sicherheits- schränken
E	unbedeutend ¹⁴ (<i>no significant safety effect</i>)	Keine Verletzten	Keine Schäden an Flugzeug oder Ausrüs- tung	Sämtliche Si- cherheitsschran- ken verbleiben

Tabelle 6: Beispiel einer Klassierung des Schadensausmasses

¹⁰ z.B. Flugzeugkollision in der Luft, Kollision zwischen Flugzeug und Objekt während Start / Landung

¹¹ z.B. Abgebrochener Start / Landung auf einer belegten oder geschlossenen Piste, Vorfälle bei Start / Landung wie z.B. *Undershooting* oder *Overrunning*, *Runway Incursion* (Kat. A and B, signifikantes Potential, sofortige Handlung erforderlich, um eine Kollision zu vermeiden), *Controlled Flight Into Terrain* nur knapp verhindert

¹² z.B. Kollision mit Hindernissen auf dem Vorfeld / Standplätzen (harter Aufprall), Fehlanflug mit Bodenkontakt der Flügelspitzen während des Aufsetzens, *Runway Incursion* (Kat. C, es besteht ausreichend Zeit und Abstand, geringes Kollisionspotenzial)

¹³ z.B. Hartes Bremsen während dem Rollen, Schäden durch *Jet Blast* (Objekte), Verbrauchsmaterial liegt auf den Standplätzen, Kollision zwischen Unterhaltsfahrzeugen auf Servicestrasse, Bruch einer Deichsel während dem *Pushback* (Schaden am Flugzeug), Flugzeug rollt in Passagierbrücke (leichte Kollision), *Handling Equipment* kippt, Ausfall Kommunikationsanlagen (z.B. Bündelfunk)

¹⁴ z.B. Erhöhte Arbeitsbelastung der *Crew* während dem Rollen, leicht erhöhter Bremsweg, Bauabschränkung fällt wegen starkem Wind um, Wagen verliert Gepäck

4.5 Sicherheitsrelevanz (Priorität)

Arbeitsschritte:

1. Erstellung der Relevanzmatrix (einmalig)
2. Ermittlung der Sicherheitsrelevanz (Priorität) für jedes Ereignis

Die erstmalige Einschätzung von Eintretenswahrscheinlichkeit und Schadensausmass dient der Ermittlung der Relevanz eines möglichen Ereignisses in Bezug auf die Sicherheit des operationellen Betriebs und bestimmt somit die Dringlichkeit des Handlungsbedarfs (Priorität). Sicherheitsrelevanz ist somit zu verstehen als Risikopotential für ein bestimmtes Ereignis. Die Relevanzklasse ergibt sich aus der Relevanzmatrix, wobei zwei Klassen in der Regel ausreichend sind. Gefahren der mit hoher Relevanz werden als Hauptgefahren (*Top Hazards*) bezeichnet und werden in erster Priorität behandelt.

Eintretenswahrscheinlichkeit (<i>Probability</i>)		Schadensausmass (<i>Severity</i>)				
		katastro- phal	schwer- wiegend	bedeutend	gering	un- bedeutend
		A	B	C	D	E
5	häufig					
4	gelegentlich					
3	selten					
2	sehr selten					
1	äusserst selten					

Tabelle 7: Beispiel einer Relevanzmatrix

Sicherheits- relevanz	Bedeutung
<i>high</i>	Untersuchung in 1. Priorität (<i>Top Hazard</i>)
<i>low</i>	Untersuchung in 2. Priorität
<i>nil</i>	keine Gefahren identifiziert, kein Untersuchungsbedarf

Tabelle 8: Relevanzklassen (Beispiel)

Hinweis: Die Einstufung der Relevanz liefert keine Aussage bezüglich der Risikotolerabilität (nicht tolerierbar, tolerierbar, akzeptierbar)! Diese Einschätzung erfolgt erst durch den verantwortlichen Entscheidungsträger (*Risk Owner*), welcher auch die Verantwortung für die Umsetzungsentscheid von Massnahmen trägt.

Hinweis: Die Relevanzmatrix kann auch für die Abschätzung der Sicherheitsrelevanz von Änderungsvorhaben gemäss Richtlinie AD I-003 „*Management of Change* auf Flugplätzen“ verwendet werden. Änderungsvorhaben mit Sicherheitsrelevanz *high* oder *low* (restriktivstes Ereignis massgebend) gelten als *Change*, Vorhaben ohne erkennbare Gefahren (Sicherheitsrelevanz = *nil*) gelten nicht als *Change*.

4.6 Definition der Verantwortlichkeit

Arbeitsschritte:

1. Festlegung des *Risk Owners* für jedes Ereignis

Für den weiteren Umgang mit ermittelten Gefahren wird für jedes Ereignis eine verantwortliche Person oder Organisationseinheit (*Risk Owner*) festgelegt, welcher über das weitere Vorgehen entscheidet. Die Funktion des *Risk Owners* bedingt eine ausreichende Entscheidungskompetenz und ist daher auf Stufe *Management* angesiedelt. Die Oberverantwortung liegt beim Flugplatzleiter.

Hinweis: Falls eine eindeutige Zuweisung der Verantwortlichkeit zu einer einzelnen Organisationseinheit (z.B. aufgrund von Schnittstellen) nicht möglich ist, werden die Verantwortungsbereiche und Zuständigkeiten zwischen den Beteiligten vereinbart und festgelegt.

Hinweis: Sofern Gefahren ausserhalb des Verantwortungsbereichs der eigenen Organisation liegen, aber einen Einfluss auf den Flugplatzbetrieb haben können, müssen Massnahmen zwischen den betroffenen Parteien koordiniert werden.

4.7 Beurteilung Initialrisiko (vor Mitigation)

Arbeitsschritte:

1. Erstellung der Tolerabilitätsmatrix (einmalig)
2. Beschrieb bereits bestehender Massnahmen
3. Beurteilung des Initialrisikos (vor Mitigation) für jedes Ereignis
4. Entscheid betreffend der Notwendigkeit einer vertieften Untersuchung

Unter Berücksichtigung bereits bestehender Massnahmen beurteilt der verantwortliche *Risk Owner* das Initialrisiko (vor Mitigation) der möglichen Ereignisse (nicht tolerierbar, tolerierbar, akzeptierbar). Dazu überprüft er die Einschätzung der Eintretenswahrscheinlichkeit und Schadensausmass aus dem vorhergehenden Arbeitsschritt und passt diese wenn nötig an. Die Risikoklasse für jedes Ereignis ergibt sich anhand der Tolerabilitätsmatrix, welche die Abgrenzungen der Tolerabilitätsklassen (vgl. Tabelle 9) festlegt. Die Matrix ist durch den Flugplatz im Rahmen seines *Safety Management Systems* einmalig festzulegen.

Aus der Beurteilung des Initialrisikos ergibt sich die Notwendigkeit von Mitigationsmassnahmen. Entsprechend trägt der *Risk Owner* damit auch das verbleibende Restrisiko, wenn auf Massnahmen verzichtet wird. Falls für einen faktenbasierten Entscheid zusätzliche Entscheidungsgrundlagen in Form von Sicherheitsstudien (z.B. *Safety Assessment*) nötig sind, können diese vom *Risk Owner* angeordnet werden.

Eintretenswahrscheinlichkeit (<i>Probability</i>)		Schadensausmass (<i>Severity</i>)				
		katastro- phal	schwer- wiegend	bedeutend	gering	un- bedeutend
		A	B	C	D	E
5	häufig					
4	gelegentlich					
3	selten					
2	sehr selten					
1	äusserst selten					

Tabelle 9: Beispiel einer Tolerabilitätsmatrix

Hinweis: Die Abgrenzung der Klassen in der Tolerabilitätsmatrix soll den Bedürfnissen der eigenen Organisation angepasst werden, d.h. jede Organisation soll mit ihrer eigenen Tolerabilitätsmatrix arbeiten können.

Hinweis: Zwischen einzelnen Gefahren können gegenseitige Abhängigkeiten bestehen. Beispielsweise können mehrere Gefahren zum gleichen Ereignis führen. In diesem Fall soll die Einschätzung der Risikotolerabilität eines solchen Ereignisses bezogen auf die Gesamtheit aller Gefahren erfolgen. Einzelbetrachtungen abhängiger Gefahren können irreführend sein. Beispielsweise könnten 50 Gefahren welche zum gleichen Ereignis führen einzeln betrachtet im akzeptierbaren Bereich liegen, in ihrer Gesamtheit jedoch nur als tolerierbar oder gar nicht tolerierbar eingestuft werden.

nicht tolerierbar	Das Risiko kann, unabhängig vom Nutzen, unter keinen Umständen akzeptiert werden. Eintretenswahrscheinlichkeit und Schadensausmass der Konsequenzen aus einem möglichen Ereignis sind derart gravierend bzw. das Schadenspotential einer Gefahr ist derart bedrohlich für die Existenz einer Organisation, dass sofortige Mitigationsmassnahmen (wenn nötig durch betriebliche Einschränkungen) ergriffen werden müssen. ¹⁵
tolerierbar	Das Risiko kann akzeptiert werden, sofern die betroffene Organisation die Kontrollierbarkeit des Risikos durch Mitigationsmassnahmen sicherstellen kann ¹⁶ , das heisst: <ul style="list-style-type: none"> – Die Eigenschaften des Risikos sind ausreichend untersucht und bekannt, die Resultate wurden verwendet, um geeignete Mitigationsmassnahmen zu ergreifen. – Das nach der Mitigation verbleibende Restrisiko wird gemäss ALARP-Prinzip¹⁷ so gering wie verhältnismässig möglich gehalten; dazu ist eine Kosten-Nutzen-Analyse erforderlich. – Das Risiko wird periodisch überprüft, um sicherzustellen, dass die ALARP-Kriterien nach wie vor eingehalten sind.
akzeptierbar	Das Risiko kann in der gegenwärtigen Form akzeptiert werden. Es sind keine Mitigationsmassnahmen erforderlich. ¹⁸

Tabelle 10: Risikotolerabilitätklassen

Für gewisse Gefahren (in der Regel die *Top Hazards*) ist eine vertiefte Untersuchung nötig, bevor eine faktengestützte Risikobeurteilung möglich ist. Die Art der erforderlichen Untersuchung hängt stark vom Einzelfall ab. Das folgende Raster möglicher Untersuchungspunkte kann dabei als Hilfestellung dienen.

Vertiefte Untersuchung
<ul style="list-style-type: none"> – Studien (<i>Safety Assessment</i>, HFACS Ursachenanalyse etc.) – Situationspläne, Fotos – Vor- und Unfälle im Zusammenhang mit der Gefahr (<i>History</i>) – Abweichungen gegenüber ICAO <i>Annex 14</i> (Verweis auf Projekt SARPS) – <i>Findings</i> aus Audits und Inspektionen – Ansprechpartner anderer von der Gefahr betroffener Organisationen

Tabelle 11: Mögliches Raster für eine vertiefte Gefahrenuntersuchung

¹⁵ Ins Deutsche übersetzt aus: ICAO Doc 9859 *Safety Management Manual* (2009), Kapitel 5.3

¹⁶ Ins Deutsche übersetzt aus: ICAO Doc 9859 *Safety Management Manual* (2009), Kapitel 5.3

¹⁷ *As Low As Reasonably Practicable* (siehe Kapitel 4.9)

¹⁸ Ins Deutsche übersetzt aus: ICAO Doc 9859 *Safety Management Manual* (2009), Kapitel 5.3

4.8 Mitigation

Arbeitsschritte:

1. Ergreifen von Sofortmassnahmen für Risiken im nicht tolerierbaren (roten) Bereich
2. Planung von Massnahmen für Risiken im tolerierbaren (gelben) Bereich
3. Beurteilung geplanter Massnahmen (Wirksamkeit, Verhältnismässigkeit, Nachhaltigkeit, Umsetzbarkeit, Wechselwirkungen, allfällige neue Gefahren)

Die Notwendigkeit von Mitigationsmassnahmen ergibt sich aus der Einstufung des Initialrisikos. Risiken im nicht akzeptierbaren (roten) Bereich müssen ungeachtet der damit verbundenen Kosten in jedem Fall sofort mitigiert werden, wenn nötig durch betriebliche Einschränkungen. Risiken im tolerierbaren (gelben) Bereich sind gemäss dem ALARP-Prinzip so weit als verhältnismässig zu reduzieren, d.h. sämtliche Massnahmen mit positivem Kosten-Nutzen-Verhältnis sind umzusetzen. Für Risiken im akzeptierbaren (grünen) Bereich sind Mitigationsmassnahmen nicht zwingend erforderlich. Das verbleibende Restrisiko wird vom Risk Owner akzeptiert.

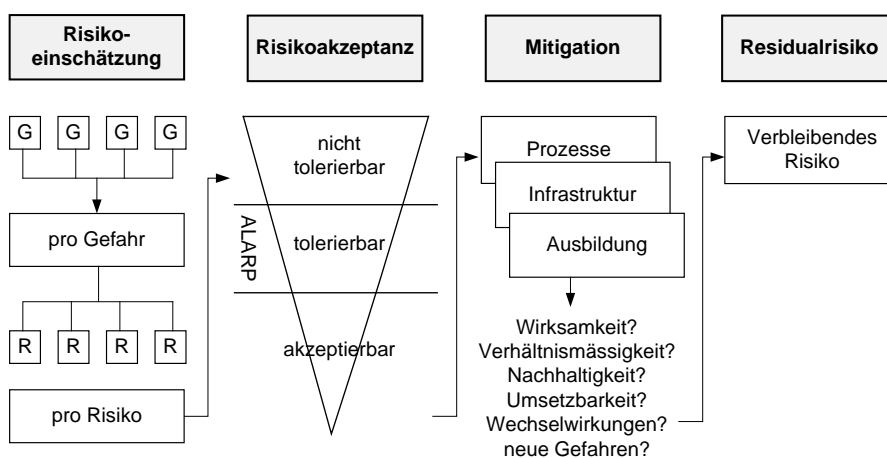


Abbildung 2: Mitigationsprozess im Überblick

Für die Erarbeitung von Mitigationsmassnahmen sind sehr gute Systemkenntnisse erforderlich. Für die Massnahmenplanung können die nachfolgenden Tabellen hilfreich sein.

Ansätze der Risikomitigation
<ul style="list-style-type: none"> - Reduktion der Eintretenswahrscheinlichkeit - Reduktion des Schadensausmasses - Kombination beider Ansätze

Tabelle 12: Ansätze der Risikomitigation

Hinweis: Die Erfahrung zeigt, dass das tatsächliche Schadensausmass eines möglichen Ereignisses oft vom Zufall abhängt. In der Regel lassen sich deshalb Risiken über eine Reduktion der Eintretenswahrscheinlichkeit wirksamer kontrollieren.

Mögliche Mitigationsmassnahmen
<ul style="list-style-type: none"> - Anpassung der Infrastruktur oder technischer Systeme - Modifikation von Prozessen oder Verfahren - Anpassung der Ressourcen - Schulung oder Information betroffener Personen - Entwicklung von <i>Backup</i>- und Notfallverfahren - Einschränkung oder Einstellen der Operation

Tabelle 13: Beispiele möglicher Massnahmen

Beurteilungskriterien für geplante Massnahmen
<ul style="list-style-type: none"> - Wirksamkeit - Umsetzbarkeit (technisch, operationell, finanziell, politisch) - Verhältnismässigkeit (ALARP-Prinzip) - Nachhaltigkeit - Wechselwirkungen und Nebeneffekte - Schaffung neuer Gefahren

Tabelle 14: Beurteilung geplanter Massnahmen

Für die Beurteilung der Verhältnismässigkeit im Sinne des ALARP-Prinzips ist eine Abschätzung des Kosten-Nutzen-Verhältnisses erforderlich. Dies kann qualitativ oder quantitativ erfolgen, in jedem Fall aber wird die Einhaltung des ALARP-Prinzips plausibel begründet und dokumentiert.

Hinweis: Falls die Kostenfolge einer Massnahme die finanziellen Kompetenzen des *Risk Owners* übersteigt, muss der entlang der Linie eskaliert werden. Dies gilt auch dann, wenn Kostenfolgen für mehrere Organisationen entstehen und diese zu unterschiedlichen Entscheidungen gelangen.

4.9 Beurteilung Residualrisiko (nach Mitigation)

Arbeitsschritte:

1. Beschrieb zusätzlich geplanter Massnahmen
2. Beurteilung des verbleibenden Residualrisikos (nach Mitigation) für jedes Ereignis

Wo aufgrund des Initialrisikos zusätzliche Massnahmen erforderlich sind, ist eine Aussage über deren Auswirkungen auf die Sicherheit erforderlich. Für jedes entsprechende Ereignis wird deshalb das verbleibende Residualrisiko nach Umsetzung der zusätzlichen Massnahmen beurteilt. Je nach verbleibendem Residualrisiko ist unter Umständen weitere Iteration der Massnahmenplanung erforderlich.

Hinweis: Der *Risk Owner* trägt die Verantwortung für verbleibende Residualrisiken in seinem Bereich. Die Oberverantwortung über die Gesamtheit der Risiken (Gesamtsicht) liegt beim Flugplatzleiter.

4.10 Dokumentation

Arbeitsschritte:

1. Dokumentation Gefahrenbibliothek (laufend mit jedem Arbeitsschritt)

Die Dokumentation der Gesamtheit aller Informationen über die Gefahren und Risiken einer Organisation wird als Gefahrenbibliothek oder *Safety Library* bezeichnet (Beispiel siehe Anhang). Sie liefert ein umfassendes Bild über den aktuellen Stand im Umgang mit Gefahren einer Organisation und bildet die Grundlage für strategische und operationelle Entscheide (*informed decision making*) im Bereich der *Safety*. Die Gefahrenbibliothek wird dadurch zu einem zentralen *Management Tool*.

Hinweis: Die Dokumentation vertiefter Gefahrenuntersuchungen erfolgt entweder direkt in der Gefahrenbibliothek (durch Erweiterung) oder auf einem separaten Gefahrenblatt (Beispiel siehe Anhang).

4.11 Information

Arbeitsschritte:

1. Vertikale Information
2. Horizontale Information

Die Gefahrenbibliothek dient als Sammlung der zentralen Entscheidungsgrundlagen im Bereich der *Safety*. Entsprechend werden die darin enthaltenen Informationen stufengerecht sowohl vertikal als auch horizontal weitergegeben.

Vertikale Information	Horizontale Information
- Management Reporting	- Information Drittfirmen
- Mitarbeiterinformation	- Safety Meetings
- Schulungen	- Publikation AIP/VFRM

Tabelle 15: Weitergabe von Safety-Information (Beispiele)

Die Weitergabe von *Safety*-Informationen erfolgt vertikal (entlang der Linie) in der Regel in Form von *Management Reportings* (beispielsweise an die Geschäftsleitung) und in Form von Mitarbeiterinformationen oder Schulungen für das betroffene Personal. Horizontal erfolgt der Austausch über Gefahren und Risiken in der Regel über *Safety Meetings* (z.B. *Runway Safety Team, Airport Safety Committee, etc.*).

Für den operationellen Flugbetrieb relevante Informationen (z.B. *Hot Spots* die besondere Aufmerksamkeit erfordern wie beispielsweise schlecht einsehbarer Kreuzungspunkt, komplexe Rollwegführung, *Runway Incursion-Hot Spot, etc.*) sollten zudem im AIP und VFR *Manual* publiziert werden.

4.12 Periodische Überprüfung und Nachführung

Arbeitsschritte:

1. Festlegung des Überprüfungsintervalls für jede Gefahr
2. Periodische Überprüfung und Nachführung der Gefahrenbibliothek

Die Gefahrenbibliothek wird laufend dem aktuellen Stand angepasst, z.B. wenn neue Gefahren identifiziert werden (aufgrund Gefahren-, Vorfall- oder Unfallmeldungen, *Safety Assessments*, Abweichungen von ICAO *Annex 14*, Audits, Inspektionen etc).

Die Gefahrenbibliothek wird zudem von den verantwortlichen *Risk Owners* periodisch überprüft und wenn nötig nachgeführt werden. Das Überprüfungsintervall kann nach verschiedenen Kriterien festgelegt werden, z.B. nach operationeller Sicherheitsrelevanz, Initialrisiko oder Komplexität einer Gefahr. Folgende Tabelle zeigt ein Beispiel.

Überprüfungsintervall	< 1 Jahr	< 2 Jahre	< 3 Jahre
Einstufung	Initialrisiko nicht tolerierbar	Initialrisiko tolerierbar	Initialrisiko akzeptierbar

Tabelle 16: Festlegung des Überprüfungsintervalls von Gefahren (Beispiel)

Anhang 1: Gefahrentabelle und Sicherheitsrelevanz (Beispiel)

System ¹⁹	Subsystem ²⁰	Version	Datum	Autoren	History	
System X	Subsystem Y	1.0	30.5.2012	HAZID Team	Identifikation von Gefahren und Ereignissen	
		
Bereich ²¹	Position	Nr.	Gefahr	Ereignis	Sicherheitsrelevanz ²²	Bemerkungen
Bereich X	Position A	G1	Gefahr 1	Ereignis 1-1	<i>low</i>	Untersuchung in 2. Priorität
	Position B	G2	Gefahr 2	Ereignis 2-1	<i>high</i>	Untersuchung in 1. Priorität (<i>Top Hazard</i>)
		G3	Gefahr 3	Ereignis 3-1	<i>high</i>	Untersuchung in 1. Priorität (<i>Top Hazard</i>)
				Ereignis 3-2	<i>low</i>	Untersuchung in 2. Priorität
Bereich Y	Position C	G4	Gefahr 4	Ereignis 4-1	<i>low</i>	Untersuchung in 2. Priorität
Bereich Z	Position D	-	-	-	<i>nil</i>	keine Gefahren identifiziert
...

Tabelle A1: Beispiel einer Gefahren- und Relevanztable²³ für Subsystem Y

Hinweis: Management of Change: Änderungsvorhaben mit Sicherheitsrelevanz *high* oder *low* (restriktivstes Ereignis massgebend) gelten als *Change*, Vorhaben ohne erkennbare Gefahren (Sicherheitsrelevanz = *nil*) gelten nicht als *Change*.

¹⁹ z.B. Boden, Luft

²⁰ z.B. *Ground Handling, Arrival, Departure, Take Off, Landing etc.*

²¹ z.B. Betankung, Ein-/Aussteigen, Schleppen von Flugzeugen, Feuerwehr, Hindernissituation, Bauarbeiten etc.

²² Entspricht dem Risikopotential und bestimmt somit die Dringlichkeit des Handlungsbedarfs (Priorität)

²³ Gefahrentabellen dienen der erstmaligen Erfassung identifizierter Gefahren sowie der Bestimmung der Sicherheitsrelevanz (Priorität) einer Gefahr. Gefahrentabellen werden später zu einer umfassenden Gefahrenbibliothek erweitert (siehe Anhang 3).

Anhang 2: Gefahrenblatt für die vertiefte Untersuchung einer Gefahr (Beispiel)

System ²⁴		Subsystem ²⁵		Version	History					Periodische Überprüfung				
System X		Subsystem Y		1.0	xx.yy.zzzz		Erstellung Gefahrenblatt, Name			<input checked="" type="checkbox"/> jährlich (<i>Top Hazard</i>)				
Bereich		Position		Datum	xx.yy.zzzz		Update Massnahmen, Name			<input type="checkbox"/> alle 2 Jahre				
Bereich X		Position X		xx.yy.zzzz			<input type="checkbox"/> anderes Intervall: ...				
Nr.	Gefahr	Ereignis	Sicherheitsrelevanz	Risk Owner	Bestehende Massnahmen	P	S	R _i ²⁶	Geplante Massnahmen	Umsetzungstermin	Status	P	S	R _R ²⁷
G3	Gefahr 3	Ereignis 3-1	high	Risk Owner 3	Massnahme W	4	A		Massnahme Y	xx.yy.zzzz	OK	1	D	
		Ereignis 3-2	low	Risk Owner 1	Massnahme X	3	D		Massnahme Z	xx.yy.zzzz	WIP	1	D	
Vor- / Unfälle		Weitere Studien			Weitere betroffene Organisationen					Abweichungen				
Vorfall 1.1.2008		- Vorfalluntersuchung 1.1.2008 - Vereinbarung Drittfirma X			- Drittfirma X, Name Kontaktperson					NIL				
Pläne, Skizzen										Bemerkungen				
...										...				

Tabelle A2: Beispiel eines Gefahrenblatts für die vertiefte Untersuchung von *Top Hazard 3*

Hinweis: Anstelle eines separaten Gefahrenblatts können die entsprechenden Angaben auch direkt in die Gefahrenbibliothek integriert werden.

²⁴ z.B. Boden, Luft

²⁵ z.B. *Ground Handling, Arrival, Departure, Take Off, Landing* etc.

²⁶ Initialrisiko (vor der Umsetzung zusätzlich geplanter Mitigationsmassnahmen)

²⁷ Residualrisiko (nach der Umsetzung zusätzlich geplanter Mitigationsmassnahmen)

Anhang 3: Gefahrenbibliothek (Beispiel)

System ²⁸	Subsystem ²⁹		Version	Datum	Autoren		Bemerkungen											
System X	Subsystem Y		1.0	30.5.2012	HAZID Team		Identifikation von Gefahren und Ereignissen											
			1.1	14.6.2012	HAZID Team		Einschätzung der <i>Probability</i> und <i>Severity</i>											
			1.2	5.9.2012	Safety Office		Erstellung Relevanzmatrix und Ermittlung der operationellen Sicherheitsrelevanz für jedes Ereignis											
			1.3	3.11.2012	Safety Office		Definition der <i>Risk Owners</i>											
			1.4	17.11.2012	Risk Owner 1		Überprüfung und Aktualisierung der Ereignisse 1-1 und 3-2 (in Absprache mit <i>Risk Owner</i> 1)											
													
Bereich ³⁰	Position	Nr.	Gefahr	Ereignis	Rel. ³¹	<i>Risk Owner</i> ³²	Bestehende Massnahmen ³³	P	S	R _I ³⁴	Geplante Massnahmen ³⁵	Umsetzungs-termin	Status	P	S	R _R ³⁶	Nächste Überprüfung ³⁷	Bemerkungen
Bereich X	Pos. X	G1	Gefahr 1	Ereignis 1-1	low	<i>Risk Owner</i> 1	-	2	C	Yellow	-	-	OK	1	D	Green	1.1.2014	-
	Pos. Y	G2	Gefahr 2	Ereignis 2-1	high	<i>Risk Owner</i> 2	Massnahme 2-1-1	3	B	Red	Massnahme 2-1-1	sofort	OK	3	C	Yellow	1.1.2013	<i>Top Hazard</i>
		G3	Gefahr 3	Ereignis 3-1	high	<i>Risk Owner</i> 3	Massnahme 3-1-1	4	A	Red	Massnahme 3-1-1	sofort	OK	2	B	Yellow	1.1.2013	<i>Top Hazard</i>
				Ereignis 3-2	low	<i>Risk Owner</i> 1	Massnahme 3-2-1	3	D	Yellow	Massnahme 3-2-1	31.12.2012	WIP	2	D	Green	1.1.2014	-
Bereich Y	Pos. Z	G4	Gefahr 4	Ereignis 4-1	low	<i>Risk Owner</i> 4	-	1	D	Green	-	-	OK	1	D	Green	1.1.2015	-
...

Tabelle A3: Beispiel einer Gefahrenbibliothek

²⁸ z.B. Boden, Luft

²⁹ z.B. *Ground Handling, Arrival, Departure, Take Off, Landing, etc.*

³⁰ z.B. Betankung, Ein-/Aussteigen, Schleppen von Flugzeugen, Feuerwehr, Hindernissituation, Bauarbeiten etc.

³¹ Sicherheitsrelevanz (Priorität)

³² Verantwortliche Einheit (z.B. Flugplatzleiter, Unterhaltsdienst, Abteilung XY etc.)

³³ Geplante und/oder bereits umgesetzte Massnahmen

³⁴ Initialrisiko (vor der Umsetzung von Mitigationsmassnahmen)

³⁵ Geplante und/oder bereits umgesetzte Massnahmen (nach erfolgter Umsetzung werden diese in die Spalte „bestehende Massnahmen“ übertragen)

³⁶ Residualrisiko (nach der Umsetzung von Mitigationsmassnahmen)

³⁷ Überprüfung durch *Risk Owner*, Überprüfungsintervall in Abhängigkeit der Priorität eines Ereignisses

Anhang 4: *Safety Assessment* einer sicherheitsrelevanten Änderung (Beispiel)

Beschrieb des <i>Change</i>		Dauer des <i>Change</i>		Federführung			Datum, Version		Freigabe <i>Safety Officer</i>				
Systemdefinition (räumlich, inhaltlich)		<input type="checkbox"/> dauerhaft (Beginn) <input type="checkbox"/> temporär (Beginn, Ende)		Organisation A			xx.yy.zzzz, Version 1.0		Name, Datum, Visum				
				Projektleiter	Projekt-Nr.		Bearbeitungsteam		Freigabe BAZL				
		Art des <i>Change</i>		Betroffene Organisationen	Koordination sichergestellt		Name 1 (Moderator) Name 2 (<i>Safety Officer</i>) Name 3 (Experte 1) Name 4 (Experte 2) Name 5 (Experte 3) Name 6 (Experte 4)		<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja				
Sicherheitsrelevanz des <i>Change</i>		<input type="checkbox"/> baulich <input type="checkbox"/> betrieblich <input type="checkbox"/> technisch <input type="checkbox"/> organisatorisch		Organisation B		<input type="checkbox"/> Name Angewendete Methodik			Eingabestelle BAZL				
				Firma C		<input type="checkbox"/> Name Verfahren BAZL			Sektion XY				
<input type="checkbox"/> low <input type="checkbox"/> high				Firma D		<input type="checkbox"/> Name Flugplatzhandbuch, V1, Kap. 5.2		Verfahren XY					
Abweichungen										Freigabe BAZL			
<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja: ...										Name, Datum			
Subsystem A		z.B. Betankung											
Nr.	Gefahr	Ereignis	<i>Risk Owner</i>	Bestehende Massnahmen	P	S	R_i^{38}	Geplante Massnahmen	Umsetzungstermin	Status	P	S	R_R^{39}
G1	Gefahr 1	Ereignis 1-1	<i>Risk Owner 1</i>	Massnahme W	4	A		Massnahme Y	xx.yy.zzzz	OK	1	D	
		Ereignis 1-2	<i>Risk Owner 2</i>	Massnahme X	3	D		Massnahme Z	xx.yy.zzzz	WIP	1	D	
...

Tabelle A4: Beispiel eines *Safety Assessments* für die Untersuchung einer safety-relevanten Änderung (*Change*)

³⁸ Initialrisiko (vor Mitigation)

³⁹ Residualrisiko (nach Mitigation)