
MarS Aviation



Management – **A**viation – **R**isk

SMS Safety Risk Management

Maic Täuber

AK2021-34_B, TAU, 24.01.2022

SMS Framework

- Safety Policy
- Safety Risk Management
- Safety Assurance
- Safety Promotion

„Wenn Du die absolute Sicherheit suchst,
dann tust Du gut daran, Dich auf einen Zaun
zu setzen und die Vögel zu beobachten.“

Wilbur Wright, 1890

R.D. Campbell & M. Bagshaw; Human Performance and Limitations in Aviation, 3rd Edition 2002, S. 127

Definitionen

➤ Sicherheit

➤ Risiko

Sicherheit

- **Sicherheit** definiert den Zustand, in dem die Möglichkeit der Schäden an Personen oder Sachschäden auf oder unter ein **akzeptables Niveau** reduziert wird. Dies geschieht durch einen fortlaufenden Prozess der Gefahrenerkennung und Sicherheitsrisikomanagement (SMM 2.2.4).

Risiko

- Ein Risiko ist eine nach Häufigkeit (Eintrittserwartung) und Auswirkung bewertete Bedrohung eines zielorientierten Systems. Das Risiko betrachtet dabei stets die negative, unerwünschte und ungeplante Abweichung von System-Zielen und deren Folgen (Königs, 2006, S. 9).
- Das Wort Risiko leitet sich aus dem Spanischen [risco] bzw. dem Italienischen [risico] ab, und bedeutet „Klippe“, d.h. es kennzeichnet eine Gefahr für die Seefahrer (Callies 1991, S. 38).
- Risiko ist ein schwer fassbarer Begriff, der von Investoren mit der Wahrscheinlichkeit von Enttäuschung in Verbindung gebracht wird, erwartete Gewinne nicht zu erzielen (vgl. Malkiel, 2000, S. 201).
- Von Risiko spricht man, wenn die Folgen ungewiss sind. Ein sicherer Verlust ist kein Risiko. Der Begriff Risiko leitet sich vom Lateinischen her und bedeutet eigentlich „die Klippe, die zu umschiffen ist“ (Stöckel & Walters, 2002, S. 202).

Safety Risk Management Definition

Sicherheitsrisiko Management:

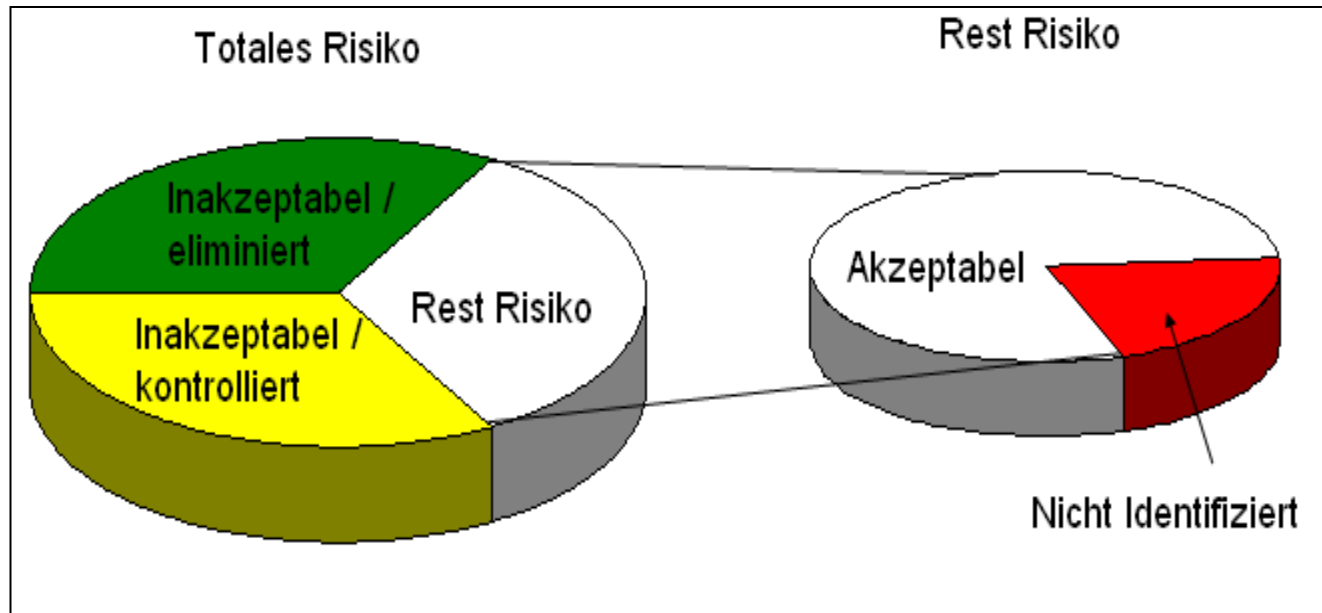
Beinhaltet die Identifikation, Analyse und Beseitigung (und / oder Eindämmung auf ein akzeptables oder tolerierbares Niveau) der Gefahren, sowie der sich daraus ergebenden Risiken, die die Lebensfähigkeit einer Organisation bedrohen. (ICAO Doc. 9859)

Sicherheitsrisiko Management führt
den Prozess der Risikokontrolle aus.

Dazu gehören

Gefahren Identifikation, Analyse,
Bewertung und die Entwicklung
von Kontrollmechanismen.

Totales Risiko



Einfach gesagt:

- Eintrittswahrscheinlichkeit eines schlechten Ereignisses
- Auswirkung des schlechten Ereignisses bei Eintreten
- Kosten / Nutzen Faktor des Ereignisses

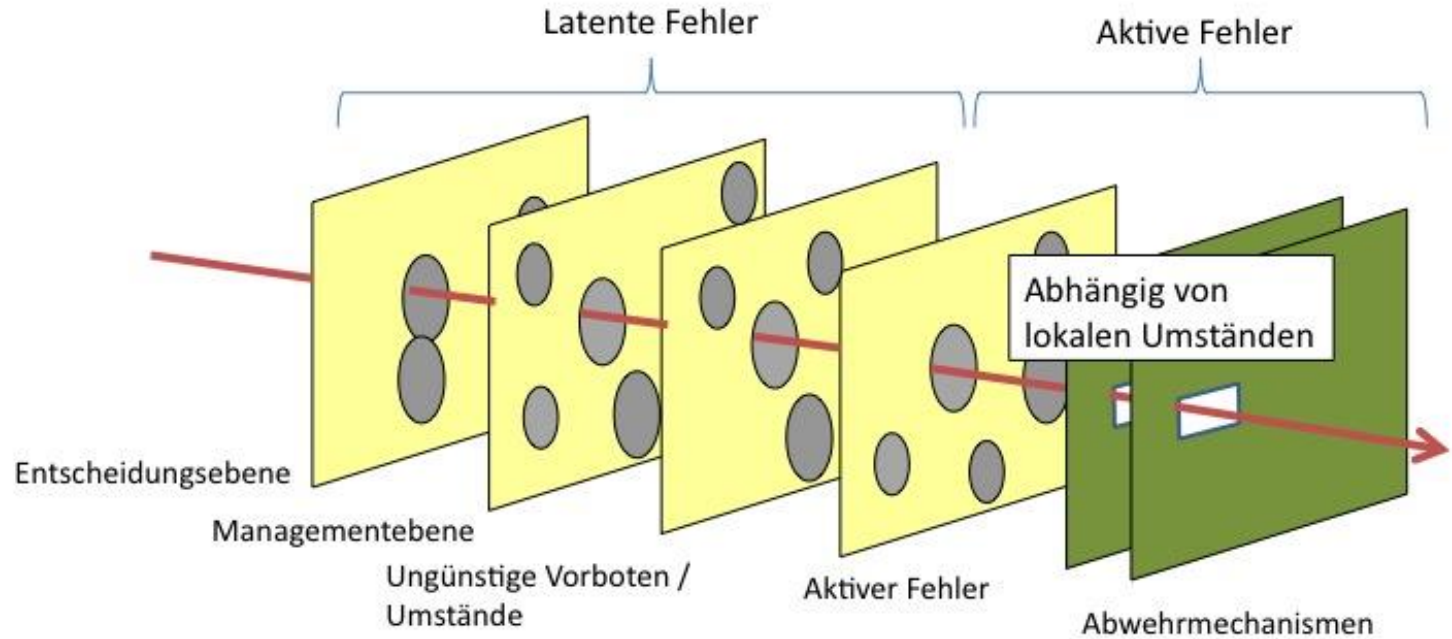
SMS – Safety Management Fundamentals

HF im SMS



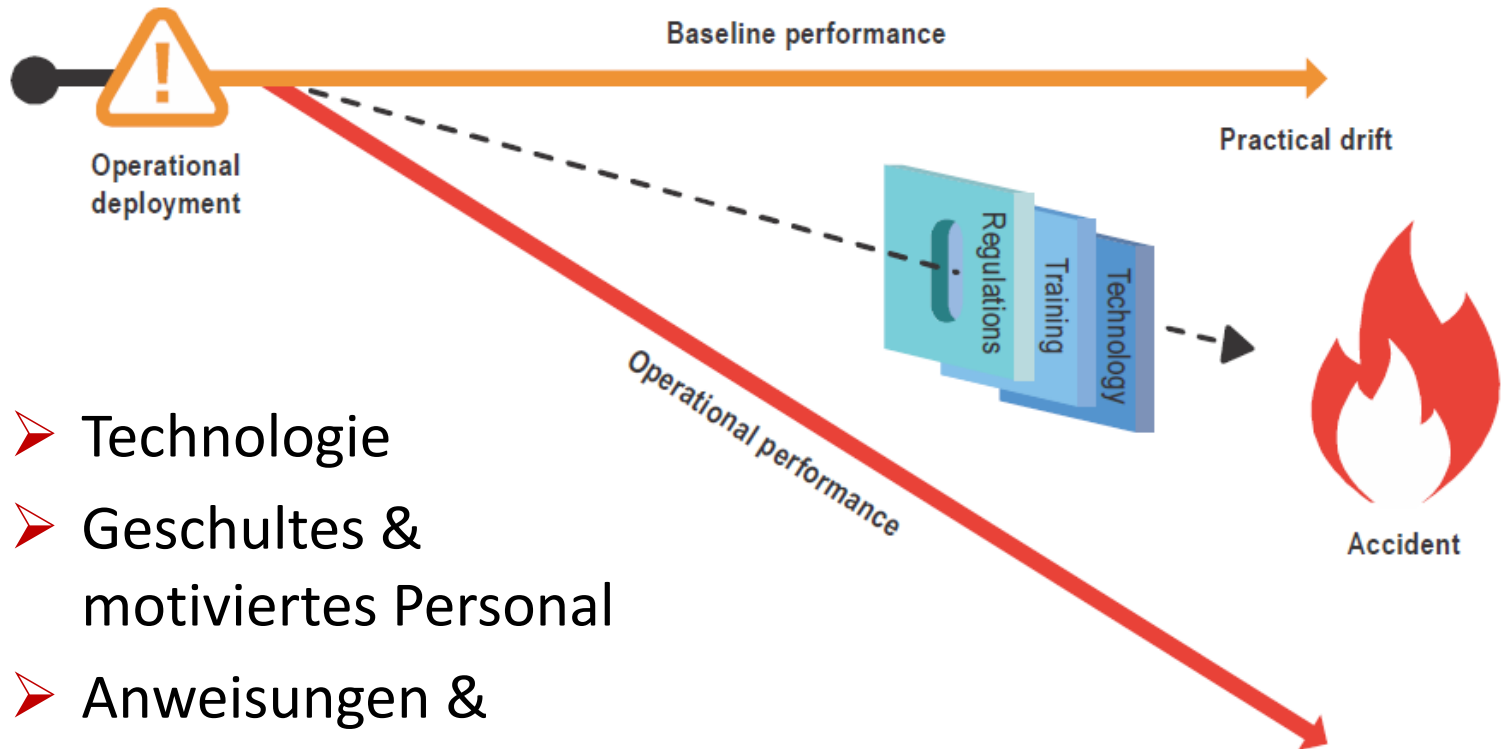
Quelle: ICAO DOC 9859, SMM

Unfallursachen



Fehler Modell nach James Reason (Swiss Cheese Model)

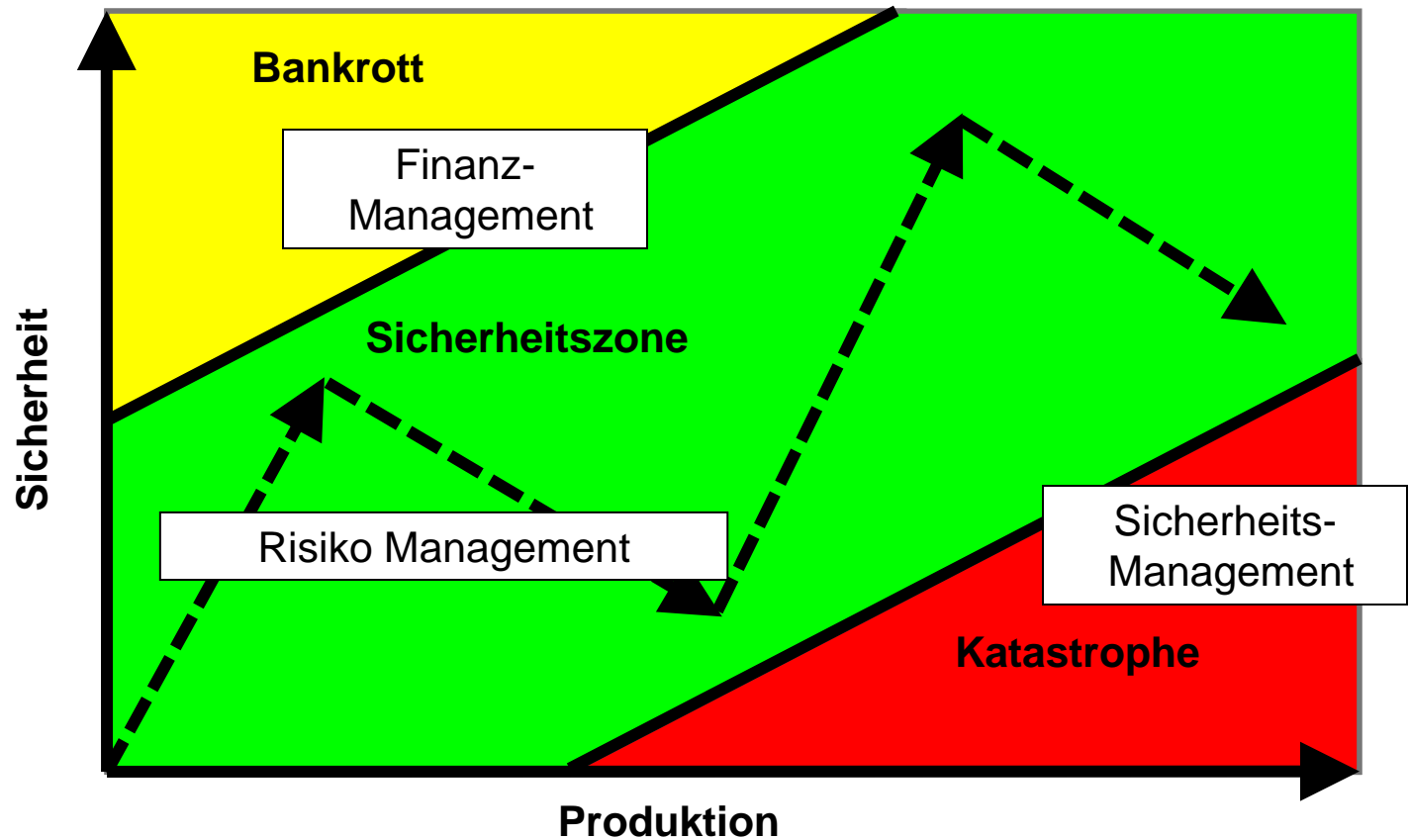
Practical Drift



- Technologie
- Geschultes & motiviertes Personal
- Anweisungen & Verfahren

Quelle: ICAO DOC 9859, SMM

Das Risiko Dilemma



Sicherheitszone

- In jeder Organisation sind Leistung, Produktion und Sicherheit untrennbar miteinander verbunden.
- Die Organisation muss eigene Grenzwerte definieren, um „Output“ und „Risiko“ in Balance zu halten.

Risiko im SMS

- Bevor ein SMS effizient funktionieren kann, müssen folgende Voraussetzungen geschaffen werden:
 - Identifikation der Sicherheitsrisiken auf die Operation
 - Risikokontrollmechanismen identifizieren
 - Wo setzen wir uns bei täglicher Arbeit einem Risiko aus, dass:
 - Menschen gefährdet
 - Material gefährdet
 - Kosten verursacht
 - Zeitverzögerungen verursacht

- Am Ende steht nicht nur die Auswirkung des Risikos auf die Menschen im System, sondern auch auf das Unternehmen.

Sicherheit für Profit (1)

- Unternehmen mit guter Sicherheitskultur sind weltweit unter den profitabelsten!
- Effektiverer Einsatz von Ressourcen!
- Genaue Abwägung von Risiken und Chancen kann Profit erhöhen!

Sicherheit kostet kein Geld,
schlechtes Sicherheitsmanagement dagegen
schon!

Sicherheit für Profit (2)

- Entwickeln einer guten Sicherheitskultur:
 - Verbesserte Kommunikation zwischen Management und Arbeitsebene.
 - Verbesserte Kommunikation führt zu weniger Fehlern.
 - Verbesserte Kommunikation führt zu höherer Leistung.

Unterschätzen von Risiken wenn...

- Ereignisse häufig eintreten, aber der Schweregrad des Ereignisses nur gering ist.
 - Risiken weit in der Vergangenheit liegen, oder weit entfernt eintreten können.
 - Risiken mit Erfahrungen oder wissenschaftlichen Erkenntnissen vorliegen. Diese erscheinen uns kontrollierbar.
 - Risiken langweilig oder unspektakulär sind.
 - Risiken freiwillig eingegangen werden.
 - der emotionale Nutzen das Risiko überwiegt.
 - der Mensch das Gefühl der Beherrschbarkeit des Risikos hat.
 - Schäden reversibel sind.
-

Regeln und Vorschriften

- Setzen von Standards
 - Sollen für Sicherheit sorgen
 - Bei vielen Unfällen wurden bestehende Vorschriften verletzt.
 - Keine Garantie für eine risikofreie Umgebung!
-

Wenn man sich an die Vorschriften gehalten hätte.....

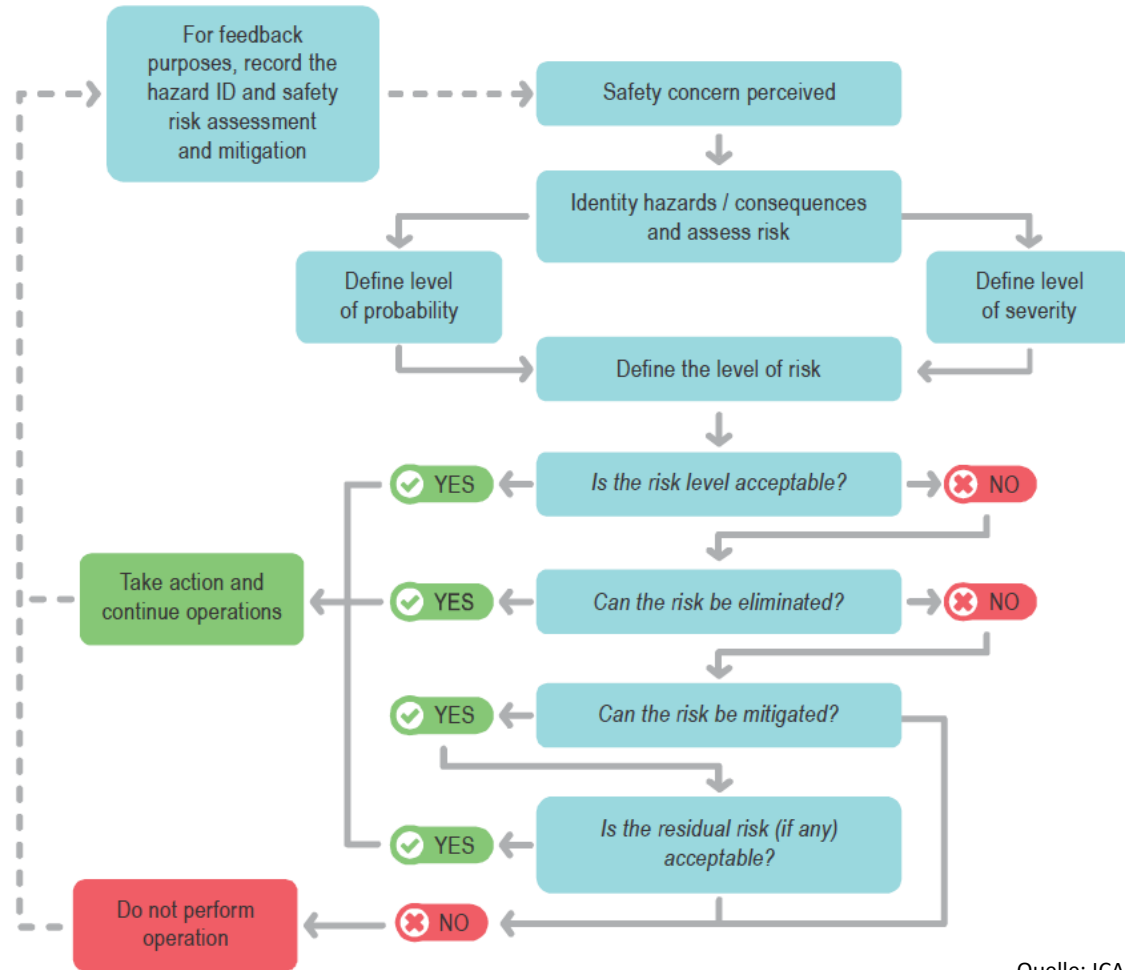
**WÄRE NICHTS VON DEM
PASSIERT!**

Risikomanagement.....

- ...beginnt bevor Regeln und Vorschriften in Kraft treten!!

„Wenn etwas den Vorschriften entspricht, bedeutet das nicht, dass es schlau ist dies trotzdem zu tun!“

RM-Prozess



Quelle: ICAO DOC 9859, SMM

Risiken Identifizieren

- Es existieren verschiedene Methoden zur Identifizierung von Risiken:
 - Brainstorming
 - Formelle Überprüfung von Verfahren, Standards und Systemen
 - Befragungen von Personal
 - Betrachtung der Operation durch Außenstehende
 - Interne und externe Sicherheitsaudits
 - Gefahrenmeldesysteme
 - Risikolisten / Gefahrenlisten
 - Expertengremien
-

Eintrittswahrscheinlichkeit

<i>Likelihood</i>	<i>Meaning</i>	<i>Value</i>
Frequent	Likely to occur many times (has occurred frequently)	5
Occasional	Likely to occur sometimes (has occurred infrequently)	4
Remote	Unlikely to occur, but possible (has occurred rarely)	3
Improbable	Very unlikely to occur (not known to have occurred)	2
Extremely improbable	Almost inconceivable that the event will occur	1

Quelle: ICAO DOC 9859, SMM

Eintrittswahrscheinlichkeit (2)

Klassifizierung	Kategorie	Subjektive Definition	Objektive Definition
		Beschreibung der Eintrittswahrscheinlichkeit	Wahrscheinlichkeit gemessen an Flugstunden
A	Oft	Wahrscheinlichkeit des Eintretens ist sehr hoch	Häufiger als 10^{-3} , Fußnote ¹
B	Häufig	Wahrscheinlichkeit des Eintretens ist hoch	$10^{-3} - 10^{-5}$
C	Gelegentlich	Wahrscheinlichkeit des Eintretens ist unwahrscheinlich, aber möglich	$10^{-5} - 10^{-7}$
D	Selten	Wahrscheinlichkeit des Eintretens ist eher unwahrscheinlich	$10^{-7} - 10^{-9}$
E	Sehr selten	Wahrscheinlichkeit des Eintretens ist äußerst gering	Unter 10^{-9} , Fußnote ²

¹ Die zu erwartende Eintrittswahrscheinlichkeit liegt bei einmal pro 1.000 Flugstunden

² Die zu erwartende Eintrittswahrscheinlichkeit liegt bei unter einmal pro 1.000.000.000 Flugstunden

Helfende Fragen:

- Sind in der Vergangenheit bereits Vorkommnisse dieser Art aufgetreten, oder tritt dieses nur isoliert auf?
 - Welche Ausrüstung oder Komponenten könnten ähnliche Probleme verursachen?
 - Wie viele Mitarbeiter sind von dem möglichen Ereignis oder Prozess betroffen?
 - Wie oft wird das betroffene Gerät benutzt?
 - Gibt es organisatorische oder regulative Auswirkungen, die die öffentliche Sicherheit gefährden können?
-

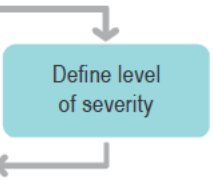
Quantitativ / Qualitativ

- Konkret ermittelte Daten helfen bei Einordnung von Eintrittswahrscheinlichkeit in die entsprechende Kategorie (Quantitative Einordnung)
 - Sind keine Daten vorhanden, muss eine qualitative oder subjektive Einschätzung erfolgen
-

Klassifizierung

➤ Viele Risiko Management Raster legen 5 Kategorien fest:

1. Sehr selten
2. Selten
3. Gelegentlich
4. Häufig
5. Oft



Schweregrad des Risikos

<i>Severity</i>	<i>Meaning</i>	<i>Value</i>
Catastrophic	<ul style="list-style-type: none"> Aircraft / equipment destroyed Multiple deaths 	A
Hazardous	<ul style="list-style-type: none"> A large reduction in safety margins, physical distress or a workload such that operational personnel cannot be relied upon to perform their tasks accurately or completely Serious injury Major equipment damage 	B
Major	<ul style="list-style-type: none"> A significant reduction in safety margins, a reduction in the ability of operational personnel to cope with adverse operating conditions as a result of an increase in workload or as a result of conditions impairing their efficiency Serious incident Injury to persons 	C
Minor	<ul style="list-style-type: none"> Nuisance Operating limitations Use of emergency procedures Minor incident 	D
Negligible	<ul style="list-style-type: none"> Few consequences 	E

Schweregrad

Klassifizierung	Kategorie	Personal	Material	Arbeitsablauf	Öff. Ansehen
		Verletzung von Personen	Beschädigung von Material oder finanzieller Verlust	Verzögerungen	Schädigung des öffentlichen Ansehens
I	Katastrophe	Tod	> 1.000.000 €	Über 30 Tage	Ansehen ist nicht wieder herzustellen
II	Sehr großer Schaden	Sehr schwere Verletzung	500.000€ - 1.000.000€	Bis zu 30 Tage	Sehr grosser Schaden
III	Großer Schaden	Schwere Verletzung	10.000€ - 500.000€	Bis zu 10 Tage	Grosser Schaden
IV	Geringer Schaden	Verletzung	1.000€ - 10.000€	Bis zu 3 Tage	Geringer Schaden
V	Vernachlässigbar	Leichte Verletzung	0€ - 1.000€	Keine Verzögerung	Kein Schaden

Helfende Fragen

- Tote und Verletzte:
 - Anzahl (Mitarbeiter, Passagiere, Beobachter, Öffentlichkeit)
- Schaden an:
 - Material (Flugzeuge, Ausrüstung)
 - Besitz (€, \$,)
 - Zeitverzögerungen
 - Öffentliches Ansehen
 - Am Ende geht es um Geld und das Überleben des Unternehmens!

Schweregrad

- Das Ausmaß der Schäden, die üblicherweise als Folge oder Ergebnis der identifizierte Gefährdung auftreten können.
- Evtl. Unterscheidung
 - Übliche Folgen (Datenbank, Erfahrung, Berichte,....)
 - Worst Case Szenario

Klassifizierung

- Viele Risiko Management Raster legen auch hier 5 Kategorien fest:
1. Vernachlässigbar
 2. Geringer Schaden
 3. Großer Schaden
 4. Sehr großer Schaden
 5. Katastrophe
-



Safety Risk Matrix

Safety Risk		Severity				
Probability		Catastrophic A	Hazardous B	Major C	Minor D	Negligible E
Frequent	5	5A	5B	5C	5D	5E
Occasional	4	4A	4B	4C	4D	4E
Remote	3	3A	3B	3C	3D	3E
Improbable	2	2A	2B	2C	2D	2E
Extremely improbable	1	1A	1B	1C	1D	1E

Quelle: ICAO DOC 9859, SMM

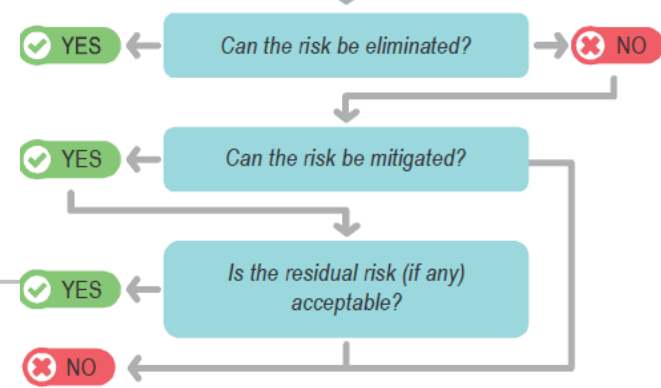
Risikobewertung

<i>Safety Risk Index Range</i>	<i>Safety Risk Description</i>	<i>Recommended Action</i>
5A, 5B, 5C, 4A, 4B, 3A	INTOLERABLE	Take immediate action to mitigate the risk or stop the activity. Perform priority safety risk mitigation to ensure additional or enhanced preventative controls are in place to bring down the safety risk index to tolerable.
5D, 5E, 4C, 4D, 4E, 3B, 3C, 3D, 2A, 2B, 2C, 1A	TOLERABLE	Can be tolerated based on the safety risk mitigation. It may require management decision to accept the risk.
3E, 2D, 2E, 1B, 1C, 1D, 1E	ACCEPTABLE	Acceptable as is. No further safety risk mitigation required.

Quelle: ICAO DOC 9859, SMM

Welches Risiko akzeptiere ich ?

Risikobeurteilung



- Was tue ich mit meinen identifizierten und bewerteten Risiken?
 - Was kann toleriert werden und was nicht?
 - Kann das Risiko gemindert werden?
 - Kann das Risiko eliminiert werden?
 - Muss die Mission abgebrochen werden?

- Wer trifft die Entscheidung?

A.L.A.R.P.

➤ As

➤ Low

➤ As

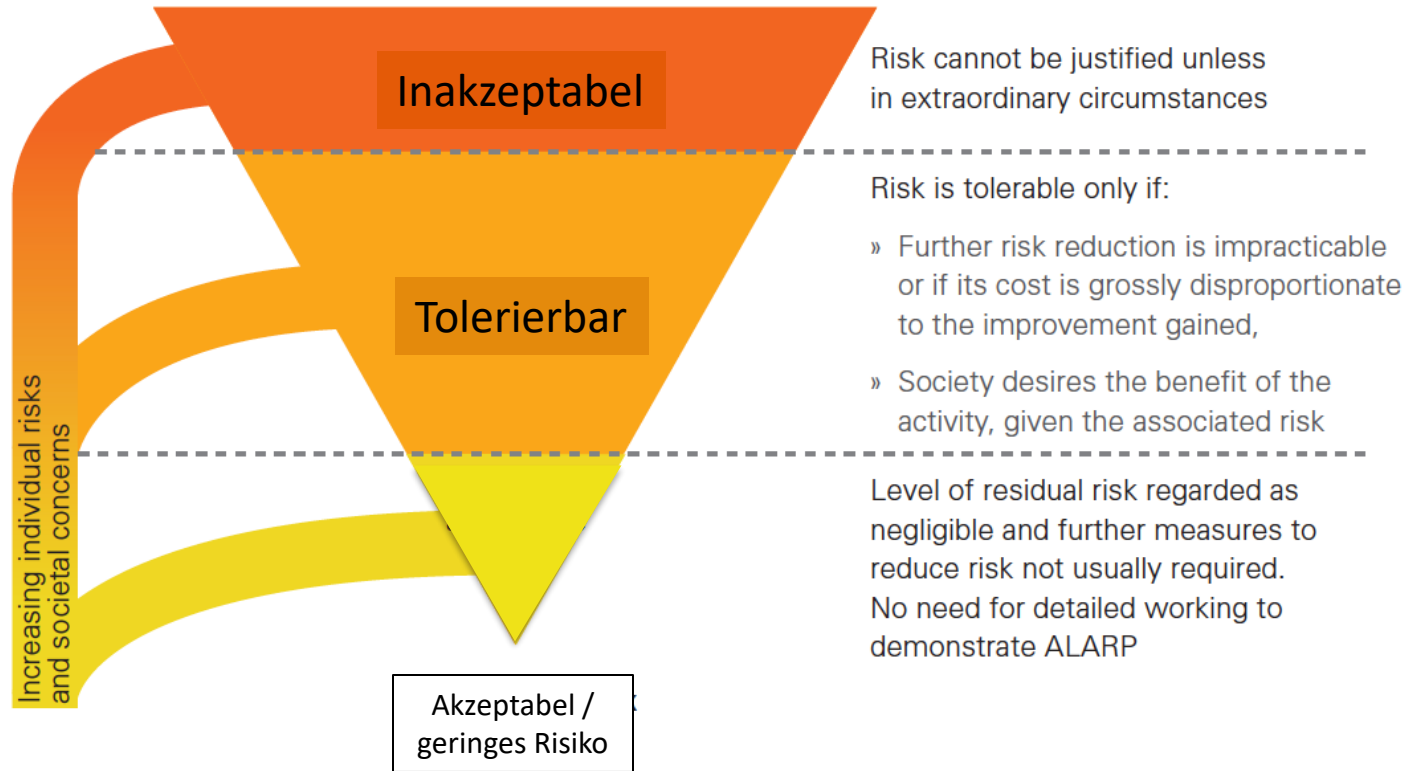
➤ Reasonably

➤ Practicable

- Es sollten alle Anstrengungen unternommen werden, um Risiken auf das niedrigste Niveau zu reduzieren. Bis ein Punkt erreicht ist, bei dem die Kosten für die Einführung weiterer Sicherheitsmaßnahmen deutlich über den Sicherheitsvorteil hinausgehen.
 - Ein Risiko kann nur toleriert werden, wenn nachgewiesen ist, dass es einen klaren Vorteil für die Organisation bedeutet.
 - Kann individuell verschieden sein!
-

A.L.A.R.P.

The ALARP approach



Quelle: SMS CASA Handbook 3

Große deutsche Fluglinie

Aktuelle Rate: 10^{-7}

- \approx alle 10 Mio. Flüge 1 schwerer Unfall
- \approx Ein Totalverlust pro 10 Jahre

Angestrebt: 10^{-8}

- \approx 1 schwerer Unfall pro 100 Mio. Flüge
- \approx Ein Totalverlust pro 100 Jahre (bei ca. 17.000 Flügen pro Woche)

Wer fällt wann die Entscheidung?

- Beispiele:
 - **RA ist niedrig:** Keine Veränderung zum Plan nötig!
 - **RA ist mittel:** Rücksprache mit Flugdienstleiter!
 - **RA ist hoch:** Rücksprache mit höchster Entscheidungsebene! Mitigation nötig!
 - Klare Festlegung von Verantwortlichkeiten und Verfahren!
-

Prozessoutput im SMS

- Eine Liste von Risiken, die nach Priorität geordnet sind
- Eine Liste von Kontrollmechanismen, die diese Risiken managen
- Eine Liste weiterer Kontrollmechanismen, die Sicherheit in der gesamten Operation sicherstellen und verbessern
- Benennung der Personen, die in den Risikomanagementprozess involviert sind
 - Wer ist verantwortlich, wer handelt wann und warum!

Risikomanagement Grundsätze

- Akzeptiere kein unnötiges Risiko
- Akzeptiere ein Risiko, wenn der Nutzen überwiegt
- Fülle Risiko – Entscheidungen auf der richtigen Ebene
- Integriere RM in allen Stufen der Planung

FAA System Safety Handbook, Chapter 15, S. 4, 30 Dec 2000
AFPAM90-902, S. 5-6 14 Dec 2000

K.I.S.S. still applies.....

Verkomplizieren Sie den Prozess nicht. Sie sollten bereits eine gute Vorstellung von Ihren Risiken und Kontrollmaßnahmen haben, die leicht anwendbar sind.

Sie müssen dafür kein Risiko-Spezialist sein.

Beispiele

- Risiken Identifizieren:
 - Suchen Sie Ihren Arbeitsplatz nach Dingen ab, die unter gewissen (durchaus plausiblen) Umständen Schäden anrichten können.
 - Beziehen Sie Ihre Mitarbeiter mit ein: Die haben vielleicht Dinge bemerkt, die für Sie nicht sofort offensichtlich sind.
 - Überprüfen Sie Ihre Fehleraufzeichnungen. Diese können oft dabei helfen, weniger offensichtliche Gefahren zu erkennen.
 - Sehen Sie sich Bewertungen bisheriger Sicherheitsvorfälle und Wartungsfehler an. Diese helfen, ein Verständnis für Risiken, deren potenzielle Wahrscheinlichkeit und deren Folgen zu bekommen.
 - Schauen Sie sich offizielle Unfallberichte (z.B. BFU) an.
 - Fragen Sie bei anderen Unternehmen nach. Sicherheit ist nicht unbedingt ein Konkurrenzprodukt.

Risiken kontrollieren

- Eine der wichtigsten Komponenten eines Sicherheitssystems sind die implementierten Mechanismen (Kontrollen) um Menschen und Material zu schützen.
- Diese Kontrollen sollen die *Eintrittswahrscheinlichkeit* und / oder den *Schweregrad* einer Gefahr oder Zustandes *reduzieren*.

Ein Beispiel

Risikoidentifikation

Eines der Sicherheitsbedenken für Luftverkehrsunternehmen ist zum Beispiel fehlerhaft berechnete Ladung, Fracht oder Passagiere im Flugzeug.

Risiko Analyse

- Was?
 - Fehlerhafte Beladung kann die Sicherheit von Crew, Flugzeug, Passagieren und Menschen am Boden gefährden.

- Ursachen?
 - Falsche Beladung als Resultat von:
 - Schlechte W / B Berechnung
 - Beladung nicht korrekt gewogen
 - Kommunikationsproblem zwischen Bodenpersonal und Crew
 - Fehlerhafte Fixierung der Ladung
 - Laden der falschen Fracht
 - Informationen werden falsch in das FMS programmiert

Ist das schon vorgekommen??

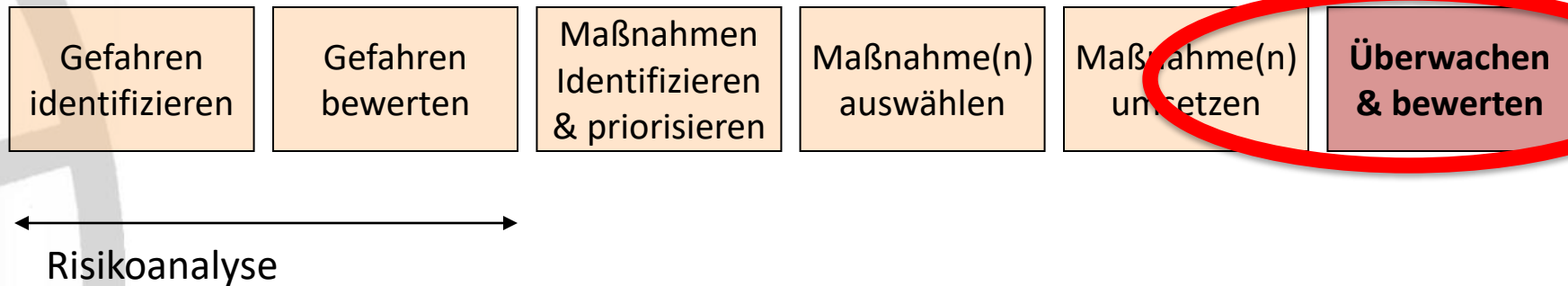
RAC*		Wahrscheinlichkeit (Probability)				
		Unwahrscheinlich 1	Selten 2	Gelegentlich 3	Wahrscheinlich 4	Häufig 5
Schweregrad des Ereignisses (Severity)	Katastrophal 5	5	10	15	20	25
	Kritisch 4	4	8	12	16	20
	Moderat 3	3	6	9	12	15
	Gering 2	2	4	6	8	10
	Vernachlässigbar 1	1	2	3	4	5



Risikoanalyse

- Es handelt sich um ein ernstzunehmendes Problem!
 - Was können wir dagegen tun?
- Maßnahmen?
 - Standard Gewichte für Passagiere verwenden und ggf. anpassen
 - Fracht besser sichern
 - Fracht und Gepäck separat wiegen
 - Standardisiertes Ladeblatt verwenden um CG und W/B zu berechnen (elektronische Verfahren?)
 - „Wann wurde die Waage eigentlich das letzte mal kalibriert??“

Risikoanalyse Prozesse



- -Stellt sich der gewünschte Erfolg ein?
- -Was muss weiterhin unternommen werden?
- -Muss nachgesteuert werden?
- -Gibt es Nebeneffekte/Gefahren?

G. Alston, How Safe is Safe Enough?, 2003, S. 28ff.; FAA System Safety Handbook, Ch 15, App F, S. 20-23, 30 Dec 2000
M. Kjellesvig, ScandiAvia, Risk Management Course, 05.-06. Februar 2008; AFPAM 90-902, S. 26-29, 14 Dec 2000

Risiko Validierung

- Vermerken Sie einen Überprüfungstermin für Risikobeurteilungen. Stimmen die Annahmen und Maßnahmen noch?
 - Alle sechs Monate einen internen Audit auf Flugzeugladevorgänge durchführen.
 - Eine externe, unabhängige jährliche Prüfung anordnen.
 - Mitarbeiter formell mindestens zweimal im Monat an den Sicherheitsberichterstattung Prozess zur Flugzeugbeladung erinnern.
 - Ergebnisse der Berichte dem Personal mitteilen.
-

Fragen – Anmerkungen – Ergänzungen ???



Bild von [Cler-Free-Vector-Images](#) auf [Pixabay](#)