

# Flugsicherheitskonzept SafeSKY 2020

Eine Perspektive  
aus dem Flight Deck

# SAFESKY - VC FLUGSICHERHEITSKONZEPT

## EINE PERSPEKTIVE AUS DEM FLIGHT DECK

### VORWORT

Der prognostizierte Zuwachs des Flugaufkommens in den nächsten Jahren ist eine Herausforderung für die Luftfahrt, vor allem im Hinblick auf die Flugsicherheit.<sup>1</sup> Auch wenn diese auf einem sehr hohen Niveau liegt, zeigen die Flugunfälle der vergangenen Jahre, dass es immer noch Schwachstellen im System gibt, die nicht rechtzeitig erkannt wurden.

Dazu kommen neue Herausforderungen durch die Integration neuer Technologien und Fluggeräte in einen Luftraum, der für alle Beteiligten begrenzt ist, vor allem in dicht besiedelten Gebieten.

Die Einführung von Safety Management Systemen und die Pläne für Flugsicherheit auf nationaler und internationaler Ebene sind darauf ausgerichtet, die Herausforderungen für die Flugsicherheit proaktiv und prädiktiv zu managen, mit dem Ziel die Sicherheit immer weiter zu verbessern.

Die Vereinigung Cockpit e.V. unterstützt und begrüßt diese Initiativen, die erfolgreich zur Flugunfallverhütung beitragen.

Mit dem Flugsicherheitskonzept möchte die VC ihren Beitrag zur Verbesserung der Flugsicherheit aus Sicht der Cockpitbesatzungen leisten – eine Sicht, die nicht immer komplett durch gesammelte Daten erfasst wird bzw. werden kann.

Mit SafeSKY 2020 zeigt die VC in Ergänzung zum Global Aviation Safety Plan der ICAO und dem European Plan for Aviation Safety der EASA zusätzliche bzw. ergänzende Themenfelder auf, die Einfluss auf die Flugsicherheit haben können und gibt Empfehlungen für den Erhalt und die Verbesserung der Flugsicherheit.

---

<sup>1</sup> Die zum Zeitpunkt der Finalisierung vorherrschende CoViD-19 Pandemie lässt eine Prognose zum weiteren Wachstum des Flugaufkommens offen. Maßnahmen zur Verbesserung der Flugsicherheit sollten jedoch grundsätzlich unabhängig vom Wachstum und als Grundlage eines gesunden Luftverkehrs betrachtet werden.

# INHALT

Vorwort .....	i
1. Zusammenfassung .....	1
2. Einleitung .....	2
2.1 Aviation Safety - Flugsicherheit.....	2
2.2 GASP, EPAS & NPAS .....	2
2.2.1 Global Aviation Safety Plan .....	3
2.2.2 European Plan for Aviation Safety .....	3
2.2.3 Nationaler Flugsicherheitsplan .....	3
2.3 Warum ein VC-Flugsicherheitskonzept? .....	4
2.4 Grundlagen des VC-Flugsicherheitskonzepts .....	5
2.5 Aufbau des VC-Flugsicherheitskonzepts .....	5
3. VC und Aviation Safety.....	6
4. SafeSKY Themen .....	7
4.1 Flight Operations.....	7
4.1.1 Reduced Crew Operation (RCO).....	7
4.1.2 Kollisionsrisiko im VFR-Flugbetrieb .....	9
4.1.3 Hindernis- und Nachtkennzeichnung .....	11
4.1.4 Treibstoffplanung.....	13
4.1.5 Moderne Navigationssysteme und Verfahren .....	14
4.2 Air Traffic Services.....	15
4.2.1 Unterer Luftraum .....	15
4.2.2 Notice to Airmen .....	17
4.2.3 Navigationskarten .....	18
4.2.4 Remote Tower .....	20
4.2.5 Sprechfunk .....	21
4.3 Security .....	23
4.3.1 Cybersecurity .....	23
4.3.2 Flüge in und über Krisengebiete .....	24

4.3.3	Menschenhandel .....	25
4.3.4	Fluggast-, Personal- und Warenkontrollen.....	27
4.4	Training .....	28
4.4.1	Reduzierung des Ausbildungsumfangs.....	29
4.4.2	Diversity Training .....	30
4.5	Unfallprävention und Untersuchung.....	31
4.5.1	Just Culture .....	31
4.5.2	Meldewesen Airprox.....	33
4.5.3	Airborne Image Recorders .....	34
4.6	Gesundheit und Berufsumfeld .....	35
4.6.1	Kontaminierte Kabinenluft.....	35
4.6.2	UV-A-Strahlung .....	37
4.6.3	Ionisierende Strahlung .....	38
4.6.4	Familie und Beruf.....	40
4.6.5	Grenzachtender Umgang .....	41
4.7	Airport, Ground and Environment .....	42
4.7.1	Runway Incursion.....	42
4.7.2	EMAS.....	44
4.7.3	Einbindung von Pilotenvereinigungen in Local Runway Safety Teams.....	46
4.8	Unbemannte Luftfahrt und neue Technologien.....	47
4.8.1	Unmanned Aircraft Systems Traffic Management .....	47
4.8.2	BVLOS-Betrieb von Drohnen .....	49
4.8.3	Automation und Autonomie .....	50
4.9	Umweltfaktoren.....	51
4.9.1	Wetterinformationen.....	51
4.9.2	Flugbetrieb unter Vereisungsbedingungen.....	53
4.9.3	Global Reporting Format System .....	54
4.9.4	Weltraumwetter .....	55
4.9.5	Vulkanasche .....	57
5.	Analyse.....	60

5.1	Safety Prioritäten .....	60
5.2	Safety – Beitragende Faktoren.....	62
6.	Nachhaltigkeit in der Luftfahrt .....	65
7.	Diskussion .....	66
8.	Fazit.....	67
Anlage 1	Abkürzungsverzeichnis .....	I
Anlage 2	Arbeitsgruppen und Task Forces der VC.....	V

## 1. ZUSAMMENFASSUNG

Mit dem Flugsicherheitskonzept zeigt die Vereinigung Cockpit e.V. (VC) Herausforderungen für die Flugsicherheit auf, identifiziert Schwachstellen im Luftfahrtsystem und stellt Möglichkeiten vor, wie diese behoben werden können. SafeSKY 2020 umfasst die gesamte Bandbreite der Themen, die in den VC Arbeitsgruppen diskutiert und bearbeitet werden. Dabei wird auch dem Thema Nachhaltigkeit in der Luftfahrt Raum gegeben. Die Empfehlungen, die sich daraus ergeben, adressieren gleichermaßen Aspekte, für die zum einen zeitnah und zum anderen mittel- und langfristig Maßnahmen zur Verbesserung der Flugsicherheit getroffen werden sollten. Unabhängig vom zeitlichen Horizont sollten die Grundlagen dafür bereits jetzt in die Planungen der jeweiligen Stakeholder einfließen, um potenzielle Risiken rechtzeitig auf ein akzeptables Maß reduzieren zu können.

Die Ergebnisse zeigen Überschneidungen mit den als Herausforderung für die Flugsicherheit identifizierten Themenbereichen von ICAO und EASA auf. Darüber hinaus werden aber auch weitere Handlungsfelder angesprochen, bei denen die VC Potenzial für die Verbesserung der Flugsicherheit erkennt und die als Ergänzung zu ICAO- und EASA-Themen dienen. Neben der Priorisierung themenspezifischer Handlungsfelder wurden auch maßgeblich beitragende Faktoren analysiert, welche einen Einfluss auf die Flugsicherheit haben – positiv wie negativ. Dabei zeigte sich, dass der Großteil der SafeSKY Themen identischen beitragenden Faktoren unterliegt. Diesen Faktoren sollte themenübergreifend besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden, da sie die Resilienz des Luftfahrtsystems nachhaltig beeinflussen. Die abschließende kritische Betrachtung zeigt, neben den Grenzen des VC-Flugsicherheitskonzepts, dass das Erkennen von Schwachstellen im Luftfahrtsystem durch die Arbeitsebene eine wertvolle Unterstützung bei der Verbesserung der Flugsicherheit darstellt.

## 2. EINLEITUNG

Zur Verdeutlichung des zentralen Fokus des VC-Flugsicherheitskonzepts wird zunächst der Begriff Safety definiert und diskutiert. Danach werden die Prioritäten und Maßnahmen von ICAO und EASA für die Flugsicherheit dargestellt und Hintergründe zum VC-Flugsicherheitskonzept erläutert.

### 2.1 Aviation Safety - Flugsicherheit

Der Begriff „Safety“ wird in der Luftfahrt so häufig benutzt, dass er seit Jahrzehnten zum Standardvokabular gehört. „Safety First“ und „Safety is no Accident“ sind dabei zwei immer wiederkehrende Aussagen, um auf den Stellenwert von Safety hinzuweisen.<sup>2</sup> Umso erstaunlicher ist es, dass eine Definition des Begriffs in Veröffentlichungen teilweise nicht mehr gegeben wird, oft resultierend in unterschiedlichen Interpretationen von Safety bei verschiedenen Stakeholdern.

Das VC-Flugsicherheitskonzept orientiert sich diesbezüglich an der ICAO, die Safety als *„The state in which risks associated with aviation activities, related to, or in direct support of the operation of aircraft, are reduced and controlled to an acceptable level“* definiert.<sup>3</sup>

Die ICAO beschreibt Safety damit als einen Zustand, bei dem mit der Luftfahrt verbundene Risiken auf ein akzeptables Niveau reduziert und überwacht bzw. kontrolliert werden. Dieser Zustand ist dabei dynamisch zu sehen (als *„dynamic non-event“*)<sup>4</sup> und bedarf ständigem Monitoring und Management. Die Dynamik zeigt sich u.a. in neuen oder in sich verändernden Gefahren, in ihrer Effektivität schlechter werdenden Risiko-Kontrollmaßnahmen oder in vorherrschenden bzw. sich ändernden Bedingungen, die das Risiko negativ beeinflussen können. Der in der ICAO Definition enthaltene risikobasierte Ansatz trägt dem Rechnung und muss als kontinuierliche Aktivität verstanden werden, um Safety zu erreichen und zu erhalten.

Das VC-Flugsicherheitskonzept reflektiert diese Dynamik von Safety, entspricht dem risikobasierten Ansatz und adressiert Schwachstellen im System, welche die Flugsicherheit beeinflussen und aus einem Non-Event einen potenziellen Event machen können.

### 2.2 GASP, EPAS & NPAS

Die VC unterstützt die Ziele, Prioritäten und Maßnahmen für die Flugsicherheit, die sich aus dem Global Aviation Safety Plan (GASP) und dem European Plan for Aviation Safety (EPAS) ergeben und die in der Folge kurz dargestellt werden. Detaillierte Informationen sind den jeweiligen Dokumenten zu entnehmen.

---

<sup>2</sup> Beide Aussagen können dabei in Frage gestellt werden, da die Luftfahrt in erster Linie aus dem Bedarf des Transports von Passagieren oder Gütern entstand und weil unfallfrei nicht zwangswise gleichbedeutend mit Safety sein muss. „Safety Always“ und „Safety does not happen by accident“ wären diesbezüglich zutreffendere Aussagen.

<sup>3</sup> ICAO (2016). Annex 19. Safety Management. 2<sup>nd</sup> Edition.

<sup>4</sup> Weick & Sutcliffe (2007). Managing the Unexpected. 2<sup>nd</sup> Edition. *„Safe, reliable performance is a dynamic non-event - what produces a stable outcome is constant change rather than continuous repetition“*. S.40

## 2.2.1 Global Aviation Safety Plan

Der Global Aviation Safety Plan (GASP)<sup>5</sup> der ICAO stellt eine kontinuierliche Strategie zur Verbesserung der Flugsicherheit dar. Er beinhaltet Ziele für Staaten zur Implementierung einer effektiven Sicherheitsaufsicht (Safety Oversight), eines State Safety Programme (SSP) sowie zur Entwicklung fortschrittlicher Systeme zur Sicherheitsaufsicht wie prädiktives Risikomanagement. Dabei wird auch die Rolle der Industrie bei der Implementierung von Safety Management Systemen (SMS) zur Verbesserung der Flugsicherheit angesprochen. Das Ziel der ICAO ist es, im kommerziellen Luftverkehr bis zum Jahr 2030 eine jährliche Flugunfallrate mit Todesfolge von 0 zu erreichen. Die im GASP enthaltene Safety Roadmap soll alle Stakeholder bei der Erreichung dieses Sicherheitszieles unterstützen. Vor dem Hintergrund stetig steigender Verkehrszahlen erkennt die ICAO die angestrebte Absenkung der Flugunfallrate als umso anspruchsvoller.

Für die Verbesserung der Flugsicherheit werden vier Instrumente als tragend gesehen: Standardisierung, Ressourcen, Zusammenarbeit und Informationsaustausch. Diese sollen helfen, die mit Priorität verfolgten globalen Flugsicherheits Herausforderungen anzugehen, um die globale Flugunfallrate weiter reduzieren zu können. Die vier von der ICAO erkannten Herausforderungen für die Flugsicherheit umfassen Runway Safety (Incursions und Excursions), Controlled Flight Into Terrain, Loss of Control In-Flight und Mid-Air Collision.

## 2.2.2 European Plan for Aviation Safety

Der European Plan for Aviation Safety (EPAS) ist ein regionaler Plan für EASA Mitgliedsstaaten, legt strategische Prioritäten fest und adressiert die größten Risiken sowie Maßnahmen zu deren Minderung für das europäische Luftfahrtsystem. Als ein wesentliches Ziel wird die kontinuierliche Verbesserung der Flugsicherheit genannt. Dabei wird die Bedeutung der Identifizierung und Reduzierung von Risiken und das Fördern einer sicheren Integration neuer Technologien, innovativer Lösungen und Betriebskonzepte in der Luftfahrt mit dem Ziel eines höchst möglichen Flugsicherheitsniveaus hervorgehoben. Der EPAS 2020-2024 setzt sich neben den aus dem kontinuierlichen Wachstum der Luftfahrtindustrie resultierenden Herausforderungen auch mit den Themenkomplexen Cybersecurity, Verringerung von Unfällen mit Helikoptern und der Steigerung der Sicherheit der allgemeinen Luftfahrt auseinander. Die Risikoschwerpunkte des EPAS stehen dabei im Einklang mit den durch die ICAO identifizierten Herausforderungen für die Flugsicherheit gemäß Kapitel 2.2.1.

Das Verfolgen der im EPAS genannten strategischen Prioritäten, vor allem im Bereich der systemischen Flugsicherheit, wird von der VC als wichtiger Ansatz zur weiteren Verbesserung sowie zur Aufrechterhaltung des Flugsicherheitsniveaus gesehen.

## 2.2.3 Nationaler Flugsicherheitsplan

GASP und EPAS unterstützen das Erstellen und die Umsetzung von nationalen Plänen für die Flugsicherheit, welche auf nationaler Ebene identifizierte Flugsicherheitsrisiken abdecken und

---

<sup>5</sup> ICAO (2019). Doc 10004, Global Aviation Safety Plan 2020-2022.



priorisieren. Der nationale Plan für Luftverkehrssicherheit (NPAS) war zum Zeitpunkt der Erstellung des VC-Flugsicherheitskonzepts nicht veröffentlicht.

## 2.3 Warum ein VC-Flugsicherheitskonzept?

*„Listen to the people doing the work...That's how managers learn...“<sup>6</sup>*

Safety Management Systeme fußen u.a. auf einer Reihe von Daten, darunter automatisch generierte Daten aus dem Flight Data Monitoring (FDM), Daten aus dem Reporting System einer Fluggesellschaft sowie Daten, die über die Flugsicherung erhoben werden. Die Auswertung der Daten erlaubt das Erkennen und Beheben von Schwachstellen im System, bevor es zu Zwischen- oder Unfällen kommt. Ein SMS unterstützt damit das proaktive und prädiktive Management von Safety.

Das im Aufbau befindliche System „Data4Safety“ der EASA wird zukünftig Daten verschiedener Fluggesellschaften und Flugsicherungseinrichtungen aus der EU sammeln und ermöglicht darüber eine EU-weite Auswertung, um Schwachstellen frühzeitig zu erkennen und um Schwerpunkte für das Safety Management zu identifizieren.

Die VC unterstützt diese Ansätze, da sie versprechen, die Flugsicherheit in Zukunft noch weiter erhöhen zu können.

Wie die meisten Systeme zur Datenerfassung und -auswertung ist aber auch ein SMS nicht perfekt, selbst bei zukünftiger Nutzung von „Data4Safety“. Vor allem Reporting Systeme können nur erfassen, was von Luftfahrzeugbesatzungen gemeldet wird. Der Umfang, insbesondere von freiwilligen Meldungen, hängt dabei in großem Maß von der vorherrschenden Sicherheitskultur und dem Sicherheitsklima einer Organisation ab. Mangelndes Vertrauen, fehlendes Feedback oder Angst vor Sanktionierung menschlicher Fehler können dazu führen, dass Meldungen zurückgehalten werden. Damit verlieren Organisationen ein wertvolles Gut beim Managen von Safety – das Gut, aus Fehlern lernen zu können. Auch mit Einführung der Just Culture im Rahmen der Verordnung (EU) Nr. 376/2014 hat sich daran noch nicht viel geändert. Gründe dafür sind vielfältig. Ein wichtiger Aspekt dabei ist, dass ein Kulturwandel Zeit bedarf, um das nötige Vertrauen zu schaffen. Dieser Punkt scheint noch nicht gänzlich erreicht zu sein.

Des Weiteren kann eine Tendenz, den erhobenen Daten zu trauen, blind für Faktoren machen, die nicht aus den Daten herauszulesen sind – weil weitere Daten entweder (noch) nicht erhoben oder nicht gemeldet werden.

Die VC möchte dazu beitragen, Teile dieser Lücke zu schließen, indem Ansätze zur Verbesserung der Flugsicherheit aus der Perspektive derer dargestellt werden, die täglich auf der Arbeitsebene Safety produzieren – der Cockpitbesatzungen. Das VC-Flugsicherheitskonzept ist somit nicht als Gegenentwurf, sondern als Ergänzung zum GASP, EPAS und NPAS zu sehen.

---

<sup>6</sup> Conklin, T. (2012). Pre-Accident Investigations. An Introduction to Organizational Safety. S.1

Um der stetigen Weiterentwicklung in der Luftfahrt Rechnung zu tragen, wird das VC-Flugsicherheitskonzept als lebendes Dokument regelmäßig an die aktuellen und absehbaren Entwicklungen angepasst.

## **2.4 Grundlagen des VC-Flugsicherheitskonzepts**

Nach Dekker<sup>7</sup> besteht die Problematik von Safety Plänen darin, dass es schwer ist, feine und im (Safety) Kontext stehende Veränderungen und Entwicklungen zu erfassen, die auf neuen Einsichten und Erfahrungen aus der Praxis beruhen.

Das VC-Flugsicherheitskonzept greift diesen Gedankenansatz auf, indem es die aktuellen fliegerischen Erfahrungen ihrer Mitglieder aus den Arbeitsgruppen der VC reflektiert. Da die VC keinen Zugang zu Flugsicherheits-Datenbanken hat, kann keine konkrete quantitative Bewertung flugsicherheitsrelevanter Themen vorgenommen werden. Anstelle dessen werden qualitative Bewertungen aus Sicht der Cockpitbesatzungen vorgenommen und im Rahmen einer vorläufigen Risikobewertung (Preliminary Risk Assessment) analysiert und priorisiert.

## **2.5 Aufbau des VC-Flugsicherheitskonzepts**

Nach Erläuterung des Hintergrunds und der Grundlagen für das VC-Flugsicherheitskonzept in Kapitel 2, wird in Kapitel 3 das Ziel der VC in Bezug auf Safety und die Safety Arbeit beschrieben.

Kapitel 4 setzt sich mit den SafeSKY Themen 2020 auseinander – den Herausforderungen für die Flugsicherheit aus Sicht von Cockpitbesatzungen, die sich im Rahmen ihrer Arbeitsgruppen auf bestimmte Themenbereiche spezialisiert haben. Die Aufgliederung des Kapitels ist an die jeweiligen Themenbereiche angelehnt.

In Kapitel 5 wird eine Meta-Analyse der SafeSKY Themen vorgenommen und Prioritäten sowie beitragende Faktoren für die Flugsicherheit aus Sicht der VC abgeleitet. Da Nachhaltigkeit in der Luftfahrt indirekt auch die Flugsicherheit betrifft, wird in Kapitel 6 auf die Thematik eingegangen. Kapitel 7 befasst sich mit einer kritischen Diskussion des VC-Flugsicherheitskonzepts, bevor Kapitel 8 mit einem Fazit abschließt.

---

<sup>7</sup> Dekker (2018). The Safety Anarchist. Relying on human expertise and innovation, reducing bureaucracy and compliance. S. 70

### 3. VC UND AVIATION SAFETY

Seit Ihrer Gründung am 11. März 1969 setzt sich die VC erfolgreich für die Verbesserung der Flight Safety ein. Als wesentliches Ziel der Safety Arbeit gilt dabei die Förderung und Erhöhung der Sicherheit des Luftverkehrs, im Besonderen in den Bereichen der Ausbildung und Einsatzbedingungen von Cockpitbesatzungen und der die Flugsicherheit betreffenden Verordnungen. Verfolgt wird dieses Ziel mit Hilfe von Wissens- und Erfahrungsaustausch, Research sowie Kooperation auf nationaler und internationaler Ebene.

Zum bisherigen Engagement im Bereich Flugsicherheit zählen u.a. die:

- Anregung eines Incident Reporting Systems in Deutschland,
- sicherheitstechnische Bewertung der deutschen Flughäfen über den VC Flughafencheck,
- Mitgestaltung eines ergonomischen Cockpits,
- Erstellung von Policies und das Einbringen in Gesetzgebungsverfahren,
- Mitinitiierung der Stiftung Mayday,
- Weiterentwicklung der Safety Culture über die Förderung der Just Culture.

Zum Aufbau und Vorhalten einer umfassenden Fachexpertise engagieren sich über 130 ehrenamtliche Mitglieder im Rahmen verschiedener Arbeitsgruppen (AGs) innerhalb der VC (siehe Anlage 2). Dabei werden aktuelle, die Flugsicherheit betreffende, Themen und Aspekte bearbeitet. Ergebnisse dieser Arbeit fließen national wie international u.a. in Gesetzgebung, Mitgestaltung bei Arbeitsbedingungen und Training von Cockpitbesatzungen ein. Die aktiven Mitglieder nehmen dabei an einer Vielzahl von Meetings, Konferenzen und Gesprächen mit internationalen Stakeholdern des Luftverkehrs teil und vertreten dabei die Position und Interessen der VC in Namen ihrer Mitglieder. Unterstützt werden die AGs dabei durch eine wahrnehmbare Öffentlichkeitsarbeit der Presseabteilung.

Über die Mitwirkung im europäischen Cockpitverband ECA (European Cockpit Association) und dem weltweitem Pilotenverband IFALPA (International Federation of Air Line Pilots' Associations) bestehen Schnittstellen zur EASA und ICAO im Rahmen der Erarbeitung von Verordnungen und Standards.

## 4. SAFESKY THEMEN

Im Folgenden werden systemweite Herausforderungen für die Flugsicherheit dargestellt. Obwohl die VC ein nationaler Berufsverband ist, werden national und international relevante Themen angesprochen, die Einfluss auf die Flugsicherheit haben können. Angesichts der Bandbreite flugsicherheitsrelevanter Faktoren wurden die SafeSKY-Themen zur besseren Orientierung in spezifische Bereiche unterteilt:

- Flight Operations
- Air Traffic Services
- Security
- Training
- Unfallprävention und Untersuchung
- Gesundheit und Berufsumfeld
- Ground and Environment
- Unbemannte Luftfahrt und neue Technologien
- Umweltfaktoren

### 4.1 Flight Operations

Flight Operations stellen das zentrale Element der Luftfahrt dar und alle damit verbundenen Personen, Systeme und Prozesse sind von bedeutender Wichtigkeit für die sichere Durchführung des Flugbetriebs. Im Rahmen dessen werden nachfolgend Herausforderungen bei der Integration neuer Technologien, neuer Luftraumteilnehmer und bestehender Sicherheitsmargen betrachtet.

#### 4.1.1 Reduced Crew Operation (RCO)

Seit den 1960er Jahren ist das Minimum der Cockpitbesatzung eines Luftfahrzeuges von fünf (Kapitän, Erster Offizier, Flugingenieur, Navigator und Funker) auf zwei Personen (Kapitän und Erster Offizier) reduziert worden. Diese Reduzierung wurde durch technologische Fortschritte und zunehmende Automatisierung ermöglicht (siehe Kapitel 4.8.3), wobei Computer und Assistenzsysteme viele der Aufgaben übernommen haben, welche durch die verbleibende Cockpitbesatzung verstärkt überwacht werden. Diese Entwicklung ging einher mit einer konstanten Steigerung der Flugsicherheit, bei gleichzeitig zunehmender Produktivität der eingesetzten Cockpitbesatzung.

Die endgültige Verantwortung für die Flugsicherheit liegt bei der Cockpitbesatzung, die trotz des hohen Automationsgrades täglich in die Flugführung eingreifen muss, um stets einen sicheren Flugverlauf zu gewährleisten. Zur Sicherstellung der in der Verkehrsluftfahrt grundsätzlich geforderten Redundanz, werden bis heute mindestens zwei Piloten im Cockpit eingesetzt. Im Zuge weiterer technischer Fortschritte, insbesondere im Bereich der Informationstechnologie,

gibt es Pläne zur weiteren Reduzierung dieses Minimums auf nur noch einen verbleibenden Piloten während des Reisefluges oder sogar des gesamten Fluges. Zur möglichen Umsetzung dieser Pläne ist u.a. eine Unterstützung durch Piloten in Bodenkontrollstationen geplant, die ggf. mehrere Flüge gleichzeitig betreuen können.

### **Bewertung**

Mit Blick auf die Flugsicherheit bewertet die VC eine Reduzierung auf nur einen Piloten, unabhängig von der Flugphase, als äußerst kritisch. Diese Einschätzung beruht u.a. auf Untersuchungen,<sup>8</sup> die gezeigt haben, dass:

- die Arbeitsbelastung für einen einzelnen Piloten in kritischen Situationen signifikant höher ist als im Zwei-Personen-Cockpit,
- das Fehlen der zweiten Person nicht adäquat kompensiert werden kann.

Darüber hinaus erscheint es aus Sicht der VC auf absehbare Zeit nicht möglich, einen potenziellen Ausfall des verbleibenden Piloten durch das System kompensieren zu können, um das aktuelle Sicherheitsniveau aufrecht zu erhalten. Vor diesem Hintergrund ist es fragwürdig, ob bei Verlust der menschlichen Redundanz der bisherige Trend, bei dem eine steigende Automation in der Regel mit einer Erhöhung der Sicherheit einherging, weiterhin anhalten würde.

Die potenzielle Verlagerung eines Piloten in eine Bodenkontrollstation als Ersatz für einen Piloten an Bord wird als sicherheitskritisch und deshalb als nicht ausreichend bewertet, da

- eine entsprechende Datalink-Infrastruktur momentan technisch in Bezug auf Cybersecurity und Latenz der Datenübertragung nicht darstellbar ist und
- dies die Zusammenarbeit der Piloten erheblich beeinträchtigt, was den Aufbau eines adäquaten Situationsbewusstseins in Frage stellt. Voraussetzung dafür wäre eine sichere, störungsfreie und verlässliche Echtzeitkommunikation unter Einbeziehung non-verbaler Hinweise und Sensorik (z.B. Kamera, Eye-Tracking, medizinische Überwachung).

Faktoren wie Fatigue Management und Incapacitation unter RCO-Bedingungen, Regelung der Entscheidungsgewalt über das Luftfahrzeug, medizinische Voraussetzungen für Cockpitbesetzungen sowie Lizenzierungsbestimmungen zeigen zusätzliche bisher ungeklärte Handlungsfelder auf.

### **Empfehlung**

Die Reduzierung der Cockpitbesetzung auf einen einzelnen Piloten kann aufgrund des aktuellen technischen Stands nicht empfohlen werden.

Die Verringerung des Minimums der Cockpitbesetzung sollte erst dann in Erwägung gezogen werden, wenn die soziotechnischen Anforderungen für den Erhalt des Sicherheitsniveaus erfüllt und nachgewiesen sind. Eine umfassende Risikobewertung, ggf. unter Einbeziehung systemtheoretischer Ansätze (z.B. STAMP<sup>9</sup>), erscheint dafür unabdinglich.

---

<sup>8</sup> NASA (2017). An Assessment of Reduced Crew and Single Pilot Operations in Commercial Transport Aircraft Operation

<sup>9</sup> Systems-Theoretic Accident Model and Processes

Vor diesem Hintergrund wird die beabsichtigte Einbeziehung aller Stakeholder durch die EASA beim weiteren Vorgehen und die dazu gehörige Research Action zur Risikobewertung des Gefahrenpotenzials als zielführend gesehen.

#### 4.1.2 Kollisionsrisiko im VFR-Flugbetrieb

Zur Vermeidung von Kollisionen im VFR-Flugbetrieb wird hauptsächlich das Prinzip „See and Avoid“ angewendet. Dabei kam es im Zeitraum von November 2017 bis August 2019 in Zentraleuropa zu acht Zusammenstößen mit Todesfolge zwischen Flugzeugen und/oder Hubschraubern in der Luft (siehe Tabelle 1). Alle Kollisionen ereigneten sich im VFR-VFR Verkehr oder in der VFR-Platzrunde, Hubschrauber waren in 75 % der Fälle involviert.

Dass diese Zahlen kein Zufall sind, zeigt die seit Jahren permanent steigende und hohe Zahl von Fast-Zusammenstößen („Near-Miss“).<sup>10</sup> Die häufige Verwicklung von Hubschraubern resultiert dabei aus dem Aufgabenspektrum, da Flüge oft in geringer Höhe mit einem für den Laien oft unvorhersehbaren Flugprofil und mit großer Dringlichkeit durchgeführt werden (z.B. beim Einsatz von Polizei- oder Rettungshubschraubern).

Durch die geplante Integration von Drohnen in den gemeinsamen Luftraum wird das Kollisionsrisiko weiter steigen. Dem soll u.a. durch die Entwicklung einer angepassten Luftraumstruktur (siehe Kapitel 4.8.1 UTM) begegnet werden. Im Rahmen dessen wird auch über neue Arten von Flugregeln nachgedacht, welche die Integration unterstützen sollen, darunter sog. Electronic Flight Rules (E-(V)FR). Aufgrund noch fehlender einheitlicher technischer Standards wird sich die Einführung von E-(V)FR-Rules jedoch verzögern.

Um die Sicherheit im VFR-Flugbetrieb unter den gegebenen Bedingungen zu verbessern, wird aktuell die Entwicklung und Einrüstung von Kollisionswarngeräten, welche Transpondersignale und FLARM<sup>11</sup> verarbeiten können, seitens Rettungshubschrauberbetreibern und Herstellern vorangetrieben.

#### Bewertung

Das Prinzip „See and Avoid“ als alleiniges Kollisionsvermeidungs-Tool wird vor dem Hintergrund steigender Zahlen von Fast-Zusammenstößen und der Integration von Drohnen in den gemeinsamen Luftraum als nicht ausreichend angesehen. Die Sichtweise der VC steht dabei im Einklang mit den Ergebnissen einer Studie der Bundestelle für Flugunfalluntersuchung (BFU) über Annäherungen und Kollisionen von Luftfahrzeugen<sup>12</sup>, die zu dem Ergebnis kommt, dass das

---

<sup>10</sup> Gemäß nicht öffentlicher Auswertung eines deutschen Rettungshubschrauberbetreibers.

<sup>11</sup> FLARM: Ein in Leichtflugzeugen verwendetes portables Kollisionswarngerät, das auch in Drohnen eingesetzt werden kann.

<sup>12</sup> BFU 2017. Studie über Annäherungen und Kollisionen von Luftfahrzeugen im deutschen Luftraum 2010 - 2015, [https://www.bfu-web.de/DE/Publikationen/Statistiken/Tabellen-Studien/Tab2017/Studie\\_AIRPROX\\_2017.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bfu-web.de/DE/Publikationen/Statistiken/Tabellen-Studien/Tab2017/Studie_AIRPROX_2017.pdf?__blob=publicationFile) Abruf 25.03.2020.

Grundprinzip „See and Avoid“ bei den untersuchten schweren Störungen und Unfällen versagt hat.<sup>13</sup>

Bis zur Einrüstung geeigneter unterstützender Systeme zur Vermeidung von Kollisionen im VFR-Flugbetrieb wird das Risiko eines Zusammenstoßes seitens VC als real und sehr hoch eingeschätzt.

### Empfehlung

Zur Minimierung des Kollisionsrisikos im VFR-Flugbetrieb wird eine Ergänzung des „See and Avoid“ Prinzips durch die Einrüstung bordeigener Kollisionswarngeräte nach dem „Sense and Avoid“ Prinzip für alle Teilnehmer im VFR-Luftraum empfohlen. Im Idealfall soll der Konfliktverkehr auch für die Flugverkehrskontrolle erkennbar sein, was eine Kompatibilität der verwendeten Systeme voraussetzt.

Da eine effektive Kollisionswarnung nur dann sichergestellt werden kann, wenn sich alle Teilnehmer im VFR-Luftraum „kooperativ“ verhalten, wird die zeitnahe Aufnahme einer Bestimmung für den verbindlichen Betrieb von Positionserkennungssystemen wie Transpondern oder FLARM (z.B. für Leichtflugzeuge) in EU-Verordnungen empfohlen.

Die darüber hinaus gehenden Sicherheitsempfehlungen aus o.g. BFU Studie werden durch die VC unterstützt.

Datum	Kurzbeschreibung des Zwischenfalls/Unfalls
11.11.2017	4 Tote, Kollision eines Hubschraubers mit einem Kleinflugzeug (Aylesbury / Grafschaft Buckinghamshire, GB)
30.12.2017	1 Toter, 2 Verletzte, Kollision eines Hubschraubers mit einem Kleinflugzeug (Alicante, Spanien)
23.01.2018	4 Tote, Kollision eines Hubschraubers mit einem Kleinflugzeug (Philippsburg, Deutschland)
15.04.2018	2 Tote, Kollision von 2 Kleinflugzeugen (Schwäbisch Hall, Deutschland)
17.11.2018	1 Toter, 1 Schwerverletzter, Kollision von zwei Ultraleichtflugzeugen (Erkelenz-Kückhoven, Deutschland)
25.01.2019	5 Tote, Kollision eines Hubschraubers mit einem Kleinflugzeug (Aosta-Tal, Italien)
11.05.2019	1 Toter, Near-Miss/Kontakt eines Hubschraubers mit einem Paraglider (Le Conquet, Frankreich)
30.08.2019	7 Tote, Kollision eines Hubschraubers mit einem Ultraleichtflugzeug (Mallorca, Spanien)

*Tabelle 1: Kollisionen im VFR-Flugbetrieb in Zentraleuropa zwischen 11/2017 und 08/2019*

<sup>13</sup> BFU 2017. Studie über Annäherungen und Kollisionen von Luftfahrzeugen im deutschen Luftraum 2010 - 2015, S.7 und S.66 [https://www.bfu-web.de/DE/Publikationen/Statistiken/Tabellen-Studien/Tab2017/Studie\\_AIRPROX\\_2017.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bfu-web.de/DE/Publikationen/Statistiken/Tabellen-Studien/Tab2017/Studie_AIRPROX_2017.pdf?__blob=publicationFile) Abruf 25.03.2020

### 4.1.3 Hindernis- und Nachtkennzeichnung

Luftfahrthindernisse bedürfen einer bestimmten Tages- und Nachtkennzeichnung zum Schutz tief fliegender Luftfahrzeuge.<sup>14</sup> Die wachsende Anzahl von Hindernissen im Luftraum, die bei Nacht befeuert werden müssen, führt dabei aus unterschiedlichen Gründen zum Einsatz bzw. zur Entwicklung neuer Technologien.

Aus Gründen der Sparsam- und Haltbarkeit werden zunehmend LEDs anstelle herkömmlicher Lichtquellen eingesetzt. Um die Lichtverschmutzung für Anwohner in der Nähe von Windenergieanlagen zu reduzieren, werden zukünftig „bedarfsgesteuerte Nachtkennzeichnungen (BNK)“<sup>15</sup> mit einer dauerhaft aktivierten Infrarotkennzeichnung vorgeschrieben.<sup>16</sup> Dabei sollen in der Nähe eines Windparks befindliche Luftfahrzeuge entweder durch Primärradar oder Transpondersignale vom System erkannt und die Beleuchtung automatisch geschaltet werden. Für das Ein- und Ausschalten ist dabei ein Entfernungsradius von ca. 4 km bis zu einer Höhe von 2.000 ft über dem Boden vorgesehen.

Dies geschieht vor dem Hintergrund der Zunahme von Polizei- und Rettungshubschraubereinsätzen und der Entwicklung immer größerer Windenergieanlagen. Deren Blattspitzen können bis zu 300 ft über das Turbinengehäuse hinausreichen, auf dem die Beleuchtung für die Nachtkennzeichnung angebracht ist. Blattspitzenfeuer werden aktuell in Deutschland nicht verwendet.

#### **Bewertung**

Die derzeitige Entwicklung bei der Umsetzung der Tages- und Nachtkennzeichnung von Luftfahrthindernissen, im speziellen von Windenergieanlagen, wird als sicherheitskritisch für den Einsatz von Polizei- und Rettungshubschraubern eingestuft, verbunden mit einem hohen Risiko einer Kollision mit dem Hindernis.

Bedingt durch immer schmaler werdende Blattspitzen bei größeren Windenergieanlagen wird deren rote Tagesfarbkennzeichnung als nicht ausreichend bewertet, da diese bereits unter normalen Sichtbedingungen nur schwer zu erkennen ist. Helle Turbinenblätter, die aus einer Bodennebelschicht herausragen, sind darüber hinaus kaum bis gar nicht sichtbar.

Die Nachtkennzeichnung mittels herkömmlicher LED wird als kritisch gesehen, da sie außerhalb des abbildbaren Lichtspektrums von aktuell verwendeten Nachtsichtgeräten emittieren. Damit sind sie für Piloten von Rettungs- oder Polizeihubschraubern unter Verwendung von Bildverstärkerbrillen (Nachtsichtgeräten) nicht erkennbar.

---

<sup>14</sup> Bundesregierung. [http://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwbund\\_08052007\\_LF156116410.htm](http://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwbund_08052007_LF156116410.htm) Abruf 26.03.2020.

<sup>15</sup> Quantec. Systemerklärung BNK unter [https://www.quantec-sensors.com/fileadmin/downloads/publicfiles/2019\\_02\\_26\\_BWE\\_Informationspapier\\_BNK.pdf](https://www.quantec-sensors.com/fileadmin/downloads/publicfiles/2019_02_26_BWE_Informationspapier_BNK.pdf) Abruf 26.03.2020.

<sup>16</sup> Bundesrat (2020). Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen. Drucksachen 15/20, 15/1/20 und 15/20(B).



Eine BNK mit geplanter Auslösung der Nachtkennzeichnung bis 2.000 ft über dem Boden wird grundsätzlich als ausreichend bewertet. Die Beschränkung der Auslöseentfernung von 4 km hingegen kann das rechtzeitige Erkennen des Hindernisses aufgrund einer aus Sicht der VC unzureichenden Vorwarnzeit in bestimmten Situationen nicht garantieren. Dies gilt vor allem unter Einbeziehung schlechter Wetterbedingungen in Verbindung mit schwierigem Gelände und den Einsatzbedingungen von Polizei- und Rettungshubschraubern (Zeitdruck, plötzliche und unvorhersehbare Änderungen).

Darüber hinaus stellt das Konzept BNK Primär-Radar (aktiv wie passiv) eine erhebliche Gefahr dar, weil tief oder von unten einfliegende Luftfahrzeuge nicht zuverlässig oder zu spät erkannt werden. Weiterhin sind die beim Passiv-Radar verwendeten DVB-T Signale in niedrigen Höhen nicht flächendeckend verfügbar, was die Aktivierung des Systems ebenfalls nicht ausreichend sicherstellt. Die Verpflichtung zur Kombination von BNK mit einer dauerhaft aktivierten Infrarotkennzeichnung wird zwar als sicherheitsfördernd bewertet, die potenziell zweijährige Übergangsphase zur Nachrüstung ab Verfügbarkeit zugelassener Infrarotsysteme wird jedoch als flugsicherheitskritisch gesehen. Dies gilt vor allem für Nachtkennzeichnungen von Hindernissen mittels LED in der Übergangsphase, da hier das Kollisionsrisiko unter Verwendung von Nachtsichtgeräten erheblich erhöht wird.

Größere Windenergieanlagen, deren Blattspitzen bis zu 300 ft über die Beleuchtung hinausragen, erhöhen das Kollisionsrisiko mit dem Hindernis zusätzlich, da eine exakte Abschätzung der Luftfahrzeughöhe über einem hoch angebrachten Licht bei Nacht kaum möglich ist.

### **Empfehlung**

Zur Reduzierung des Kollisionsrisikos mit Luftfahrthindernissen durch tief fliegende Luftfahrzeuge wird für Windenergieanlagen mit Blattlängen, die mehr als 200 ft über die höchste Beleuchtung herausragen oder eine Höhe von mehr als 1.000 ft über Grund erreichen, eine Ausstattung mit Blattspitzenfeuern empfohlen. Um den daraus resultierenden und potenziell irritierenden Kreisbewegungen entgegen zu wirken, sollten Blattspitzenfeuer ausschließlich an der höchsten Stelle kurz aufleuchten.

Hindernisbeleuchtungen sollten so gestaltet sein, dass sie auch mit Nachtsichtgeräten zu erkennen sind, z.B. über eine zusätzliche Infrarotkennzeichnung. Damit würde dem Technologiewandel von konventioneller Beleuchtung mittels Glühbirnen, die mit Nachtsichtgeräten erkennbar sind, zu LED-Beleuchtung Rechnung getragen.

Vor einer Inbetriebnahme von BNK sollte der Nachweis des zuverlässigen Erkennens von tieffliegendem Luftverkehr bis zum Boden erbracht werden, um die Aktivierung des Systems im dafür relevanten Höhenspektrum zu gewährleisten. Darüber hinaus empfiehlt die VC einen Aktivierungsradius von 10 km um das Hindernis, um eine ausreichende Vorwarnzeit unter allen Bedingungen sicherzustellen. Zur Gewährleistung der sicheren Flugdurchführung bei Nacht unter Verwendung von Nachtsichtgeräten im Rettungs- oder Polizeieinsatz sollte eine Infrarotkennzeichnung als Voraussetzung für den Betrieb von BNK in der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen festgeschrieben werden.

Aufgrund des sich erhöhenden Kollisionsrisikos durch die zweijährige Übergangsfrist, in der eine in ihrer Zuverlässigkeit noch nicht bekannte BNK bereits ohne Infrarotkennzeichnung eingesetzt werden kann, wird eine erneute detaillierte Risikoanalyse auf gesetzgebender Seite zur Gewährleistung eines höchst möglichen Maßes an Flugsicherheit empfohlen.

#### 4.1.4 Treibstoffplanung

Treibstoffmindestmengen, die auf einem Flug mitzuführen sind, werden durch Verordnung (EU) Nr. 965/2012<sup>17</sup> geregelt. Diese bestehen derzeit aus dem errechneten Verbrauch für die Flugdurchführung (Trip und Taxi Fuel), dem Treibstoff zum Erreichen eines Ausweichflughafens sowie zusätzlichen Sicherheitsmargen. Eine der wichtigsten Margen ist dabei der Final Reserve Fuel. Dieser entspricht in der Regel einer Treibstoffmenge für 30 Minuten Flugzeit am Ausweichflughafen. Der Kommandant hat die Möglichkeit zusätzlichen Treibstoff mitzuführen, wenn dies z.B. auf Grund der Wetter- oder Verkehrssituation am Zielort für nötig erachtet wird. Wissenschaftliche Untersuchungen<sup>18</sup> haben gezeigt, dass die derzeit mitzuführende Menge an Final Reserve Fuel bei gewissen Fehlerkonstellationen nicht ausreicht, um das von der IATA angestrebte Sicherheitsniveau von  $10^{-7}$  zu erfüllen.

Aktuelle Gesetzgebungsverfahren streben die Einführung von Performance Based Fuel Schemes (PBFS) an. Diese sehen eine Berechnung des Trip Fuel auf Grundlage statistischer Auswertungen des Verbrauchs auf der jeweiligen Strecke vor. Hierdurch soll eine Reduzierung der mitzuführenden Mindestmenge an Treibstoff erreicht werden, was Chancen auf wirtschaftliche und ökologische Vorteile eröffnet. Zur Überprüfung der Einhaltung des Mindestsicherheitsniveaus im Flugbetrieb unter Anwendung von PBFS werden Safety Performance Indicators (SPIs) eingesetzt, z.B. die Erhebung der Anzahl von Landungen mit weniger als dem vorgesehenen Final Reserve Fuel.

#### **Bewertung**

Die aktuellen Vorschriften zur Berechnung des Final Reserve Fuel werden unter Berücksichtigung gewisser Fehlerkonstellationen als nicht ausreichend bewertet, weil es dabei zur Unterschreitung des in der Luftfahrt angestrebten Sicherheitsniveaus kommen kann.

Die Reduzierung des mitzuführenden Trip Fuel mittels PBFS birgt aufgrund der geringen Eintrittswahrscheinlichkeit eines Unfalls aus Sicht der VC das Risiko der Unterschätzung eines Low Fuel Szenarios. Da die potenziellen Auswirkungen dieses Szenarios jedoch katastrophal sein können, ist die Umsetzung des PBFS mit größter Sorgfalt zu betrachten.

#### **Empfehlung**

Mit Bezug auf die wissenschaftlichen Untersuchungen von benötigten Treibstoffmengen unter Einbeziehung potenzieller Systemausfälle wird eine Erhöhung des Final Reserve Fuel auf 45 min empfohlen, um das angestrebte IATA Sicherheitsniveau erreichen zu können.

---

<sup>17</sup> Verordnung (EU) Nr. 965/2012. CAT.OP.MPA.150

<sup>18</sup> Drees et al. (2017). Risk analysis of the EASA minimum fuel requirements considering the ACARE-defined safety target. Journal of Air Transport Management (Volume 65). S. 1-10. ISSN 0969-6997

Zum Erhalt und zur Gewährleistung eines sicheren Flugbetriebs bei Einführung von PBFS sollten folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Transparenz jeglicher Rahmenbedingungen von PBFS mit eindeutig definierten Grenzen
- Nachvollziehbarkeit der Berechnungsgrundlagen der zu tankenden Treibstoffmenge für Cockpitbesatzungen
- Berechnung der mitzuführenden Mindesttreibstoffmenge basierend auf realistischer Routenführung und realen operationellen Bedingungen, sowohl zum Ziel- als auch zum Ausweichflughafen
- umfassende Erhebung statistischer Daten zum Treibstoffverbrauch auf spezifischen Flugstrecken, die Eingang in die Verwendung klar definierter SPIs finden
- umgehende Erhöhung des auf PBFS basierenden Trip Fuel beim Erkennen von negativen SPI Trends
- die finale Entscheidungsautorität über die Menge des zu tankenden Treibstoffs obliegt dem Kommandanten

#### 4.1.5 Moderne Navigationssysteme und Verfahren

Entgegen der früher üblichen Positionsbestimmung über Bodenstationen ermitteln heutzutage komplexe luftfahrzeuggestützte Systeme die Position vermehrt eigenständig (Performance Based Navigation PBN). Dabei werden neben Daten von Bodenstationen auch Daten verschiedener, unabhängiger Systeme, wie z.B. Satelliten- und Trägheitsnavigation verwendet. Die Güte und Genauigkeit der Positionsbestimmung ist dabei die Grundlage für die Benutzung bestimmter Navigationsverfahren. Diese beinhalten sowohl An- und Abflugverfahren als auch die Reiseflugnavigation.

Zusätzliche Systeme des Luftfahrzeuges ermöglichen durch eine Verbesserung der Navigationsgenauigkeit u.a. die Herabsetzung der Minima zur Durchführung von Anflügen bei schlechter Sicht, ohne Veränderungen an der bodenseitigen Ausrüstung eines Flughafens vornehmen zu müssen (Performance Based Aerodrome Operating Minima PBAOM).

Die Verbesserung der Performance wird dabei z.B. unterstützt durch Head-Up-Displays oder weitere die Außensicht ergänzende Systeme, wie Infrarotkameras oder eine synthetische Darstellung der Umgebung.

##### **Bewertung**

Aus Sicht der VC ist das Konzept der Positionsbestimmung durch verschiedene Datenquellen zu begrüßen, da die Ausfallsicherheit der Navigation dadurch weiter erhöht wird. Ferner ist es möglich, die Verfahren schnell an Flughäfen zu etablieren, da sie hauptsächlich abhängig vom Stand der Luftfahrzeugausrüstung sind.

Zur sicheren Nutzung ist es erforderlich, dass die Qualität der Positionsbestimmung und ihre Genauigkeit klar und zeitnah für die Cockpitbesatzung erkennbar sind. Die derzeit mehrheitlich im Cockpit verwendeten Navigationsanzeigen entsprechen diesen Anforderungen nur

unzureichend, da deren Weiterentwicklung mit der Einführung neuer Technologien häufig nicht Schritt gehalten hat.

Die ausschließliche Nutzung von artifiziellen Datenquellen wie Geländedatenbanken ist kritisch zu sehen, da die synthetische Darstellung der Außensicht im Cockpit u.U. nicht der aktuellen Umgebung entspricht.

### **Empfehlung**

Für die Ermöglichung einer permanenten und einfachen Kontrolle des Systemzustands und der Navigationsgenauigkeit wird empfohlen, die Instrumentierung stets zeitnah an die Anforderungen moderner Navigationssysteme anzupassen.

Für die Aufrechterhaltung des Situationsbewusstseins der Cockpitbesatzung ist das eindeutige und frühzeitige Erkennen einer Verschlechterung des Systemzustands oder der Navigationsgenauigkeit von besonderer Bedeutung. Weiterhin ist eine unverzügliche Anzeige bei Ausfall oder Störung einzelner nicht luftfahrzeugseitiger Navigationssysteme in den betroffenen Luftfahrzeugen erforderlich.

Darüber hinaus müssen die Umgebungsbedingungen der jeweiligen Navigationsverfahren eindeutig definiert und für Cockpitbesatzungen überprüfbar sein (z.B. Turbulenzen, Seitenwind). Unter kritischen Umgebungsbedingungen sollte ein alternatives Verfahren jederzeit zur Verfügung stehen.

Bedingt durch die steigende Komplexität des Gesamtsystems ist eine gezielte Vorbereitung und Ausbildung der Cockpitbesatzungen inklusive regelmäßigem Training auch in Zukunft zu gewährleisten.

## **4.2 Air Traffic Services**

Sämtliche Dienstleistungen, die für den fliegerischen Ablauf von Bedeutung sind, werden im Bereich der Air Traffic Services zusammengefasst. Ansatzpunkte zur Verbesserung der Flugsicherheit finden sich dabei im Luftraumdesign, der Informationsdarstellung, der Berücksichtigung von Einflussfaktoren auf das soziotechnische System und bei der Umsetzung neuer Verfahren und Vorgaben.

### **4.2.1 Unterer Luftraum**

Bei An- und Abflugverfahren ist unter Flugfläche 100 nicht immer gewährleistet, dass IFR-Flüge zu jeglichem anderen Verkehr gestaffelt sind. Das liegt vor allem an außerhalb des geschützten Luftraums liegenden An- und Abflug-Verfahren, was bei den meisten deutschen Regionalflughäfen zum Tragen kommt, sowie an Abkürzungen zugunsten kürzerer Streckenführung, bei denen Luftfahrzeuge aus geschütztem Luftraum herausgeführt werden.

Bei der Staffelungsproblematik ist Luftraum Echo von besonderer Bedeutung, da hier im Gegensatz zu Luftraum Charlie oder Delta keine grundsätzliche Funkverpflichtung besteht. Einige Luftverkehrsteilnehmer (z.B. Segelflugzeuge, Ultraleichtflugzeuge) müssen darüber

hinaus keinen Transponder betreiben, da dieser die Stromversorgung an Bord einschränken kann. Das kann dazu führen, dass VFR-Verkehr der Flugsicherung unbekannt bleibt und keine Annäherungswarnungen über TCAS generiert werden (siehe auch Kapitel 4.1.2 Kollisionsrisiko im VFR-Flugbetrieb). Auch Verkehrsinformationen können, in Abhängigkeit der Arbeitsbelastung der Fluglotsen, nur soweit möglich gegeben werden. Stattdessen kommt das Prinzip „See and Avoid“ in Verbindung mit den allgemeingültigen Ausweichregeln zum Tragen. Grundsätzlich müssen Verkehrsflugzeuge danach z.B. kreuzenden Segelflugzeugen oder Ballonen ausweichen.

Zur Verbesserung der Situation wird zum Teil eine Transponder Mandatory Zone (TMZ) als Einschränkung im Luftraum Echo etabliert, die eine Transponderpflicht und eine verpflichtende Hörbereitschaft beinhaltet.

Verantwortlich für die Entscheidung über Luftraumausdehnung und Luftraumart ist das BMVI nach Anhörung der Anwesenden des Luftraumabstimmungsgesprächs (Flugsicherungen, Militär, Fluggesellschaften und Interessenverbände) und unter Berücksichtigung von Daten der APEG.<sup>19</sup> Dies schließt aktuell allerdings weder Daten der BFU noch interne Daten der Fluggesellschaften und der DFS mit ein (siehe Kapitel 4.5.2 Meldewesen Airprox).

### **Bewertung**

Unter Betrachtung der Arbeitsbelastung von Cockpitbesatzungen bei An- und Abflug, der eingeschränkten Sicht aus dem Cockpit, der schwer zu erkennenden Umrisse von Segel- oder Sportflugzeugen und der relativ hohen Annäherungsgeschwindigkeiten wird das Prinzip „See and Avoid“ als Hauptverfahren zur Vermeidung von Kollisionen im Luftraum Echo als gefahrenträchtig und nicht dem ALARP<sup>20</sup>-Prinzip entsprechend gesehen. Diese Einschätzung steht im Einklang mit den Ergebnissen einer Studie der BFU.<sup>21</sup>

Der Einsatz von TMZ zur Risikominderung im Luftraum Echo wird als lediglich bedingt geeignet erachtet, da sie auf IFR-Karten im Luftfahrthandbuch eines Staates (AIP) nur vereinzelt und auf von Fluggesellschaften verwendeten An- und Abflugkarten gar nicht dargestellt werden. Die Darstellung anderer Luftraumklassen wie Echo, Delta und Charlie ist vom Kartenanbieter und der jeweiligen Karte abhängig. Somit liegen Cockpitbesatzungen nur unzureichende Informationen über die Art und Ausdehnung der verschiedenen Lufträume vor, wodurch ein ausreichendes Situationsbewusstsein nur schwer aufgebaut werden kann. Eine evtl. Unkenntnis von Instrumentenanflugstrecken auf Seiten des VFR-Verkehrs kann die Wirksamkeit einer TMZ zusätzlich herabsetzen.

---

<sup>19</sup> Air Proximity Evaluation Group (s. a. Kapitel 4.5.2 Meldewesen Airprox)

<sup>20</sup> As Low As Reasonably Practicable. Erläuterung siehe Kapitel 5

<sup>21</sup> BFU (2017). Studie über Annäherungen von Luftfahrzeugen im deutschen Luftraum 2010 - 2015, S. 63. [https://www.bfu-web.de/DE/Publikationen/Statistiken/Tabellen-Studien/Tab2017/Studie\\_AIRPROX\\_2017.html](https://www.bfu-web.de/DE/Publikationen/Statistiken/Tabellen-Studien/Tab2017/Studie_AIRPROX_2017.html) Abruf 25.03.2020.

## Empfehlung

Es wird angeregt, die Sicherheitsempfehlungen 02/2017 und 03/2017 der BFU<sup>22</sup> erneut im BMVI auf Umsetzung zu überprüfen, um das Sicherheitsniveau in Lufträumen mit Mischverkehr zu erhöhen. Dies beinhaltet eine erhöhte Verpflichtung zur Nutzung von Transpondern und eine Führung von IFR-Verkehr nur in Lufträumen, in denen der Flugsicherung jeglicher Verkehr bekannt ist.

Als bevorzugtes Luftraumelement sollte mindestens Luftraum Delta für kommerzielle IFR-Linienflüge gegeben sein. Dabei sollten Verfahrens- und Luftraumplanung so aufeinander abgestimmt sein, dass IFR-Flugbewegungen grundsätzlich innerhalb geschützten Luftraums stattfinden können. Sollte IFR-Flugverkehr dennoch in Luftraum Echo durchgeführt werden müssen, sollte sichergestellt sein, dass der Flugsicherung sämtlicher Flugverkehr innerhalb des betroffenen Luftraums bekannt ist und über Funk erreicht werden kann, so dass Verkehrsinformationen und Ausweichempfehlungen jederzeit erteilt werden können. Cockpitbesetzungen sollten zusätzlich auf die Besonderheiten des unteren Luftraums geschult werden<sup>23</sup> und Fluggesellschaften sollten klare Verfahren zum sicheren Befliegen von ungeschütztem Luftraum bereitstellen.

Um Cockpitbesetzungen ein höchst mögliches Situationsbewusstsein zu ermöglichen, sollten Karten und Darstellungen in Luftfahrzeugen klare und verwendbare Angaben zur Luftraumstruktur enthalten.

Darüber hinaus sollte die Luftraumplanung unter Berücksichtigung aller verfügbaren Daten erfolgen. Diese sollte nach SMS-Prinzipien erfasst und einheitlich bewertet werden.

### 4.2.2 Notice to Airmen

Über Notice to Airmen (NOTAM) werden temporäre Änderungen der nationalen AIPs von den dafür zuständigen Stellen in einem festgelegten Format publiziert, das ausschließlich Großbuchstaben vorsieht.

Für die Flugvorbereitung und -durchführung ist das Durcharbeiten und Bewerten von NOTAMS für Cockpitbesetzungen essenziell und gesetzlich vorgeschrieben, da sie auf potenzielle Einschränkungen eines geplanten Fluges hinweisen. Dies umfasst u.a. Sperrungen von Lufträumen, Ausfall von Navigationssystemen oder flughafenseitige Bauarbeiten. In Abhängigkeit von der Flugwegstrecke können die zu prüfenden NOTAM Informationen dabei eine z.T. erhebliche Datenmenge erreichen, z.B. 119 NOTAMs für den Flug München - Frankfurt bzw. 453 NOTAMs für den Flug Frankfurt - Singapur (letzteres 70 DIN A4 Seiten umfassend, Stand

---

<sup>22</sup> BFU (2017). Studie über Annäherungen von Luftfahrzeugen im deutschen Luftraum 2010 - 2015, S. 67-68. [https://www.bfu-web.de/DE/Publikationen/Statistiken/Tabellen-Studien/Tab2017/Studie\\_AIRPROX\\_2017.html](https://www.bfu-web.de/DE/Publikationen/Statistiken/Tabellen-Studien/Tab2017/Studie_AIRPROX_2017.html) Abruf 25.03.2020.

<sup>23</sup> Empfehlungen für das Fliegen im Luftraum Echo wurden in Abstimmung mit verschiedenen dt. Fluggesellschaften entwickelt und werden zeitnah als Recommended Best Practices auf der VC Homepage veröffentlicht.

Nov. 2019). Beim daraus resultierenden NOTAM Paket werden die einzelnen NOTAMs ohne Hervorhebung der Wichtigkeit aneinandergereiht.

Die verfügbare Vorbereitungszeit der Cockpitbesatzungen zur technischen und meteorologischen Bewertung sowie der Tankentscheidung beträgt i.d.R. weniger als 20 Minuten. In diesem Zeitraum müssen auch NOTAMs gelesen, verstanden und bewertet werden.

### **Bewertung**

Format und Aufbereitung von NOTAMs schränken die Lesbarkeit und das Verständnis von NOTAMs aufgrund ihrer mangelhaften und unübersichtlichen Präsentation, der unzureichenden Aufbereitung und Definition der Gültigkeitszeiträume sowie der teilweisen Überfrachtung mit für den jeweiligen Flug irrelevanten Informationen stark ein. Das Erfassen und Herausfiltern essenziell wichtiger Informationen wird somit unnötig erschwert und kann beiträgend für Zwischenfälle oder Flugunfälle sein.<sup>24</sup> Eine adäquatere Präsentation der Informationen könnte o.a. Probleme und deren Konsequenzen vermeiden.

### **Empfehlung**

Das Format der bereitgestellten NOTAMs sollte den Anforderungen der Anwender entsprechend angepasst werden. Die VC empfiehlt eine strukturierte Kategorisierung und erkennbare Priorisierung der enthaltenen Informationen. Insbesondere Anpassungen der Darstellungs- und Filtermöglichkeiten (z.B. Berücksichtigung der Start- und Landezeit bei Verspätung, zu erwartende Landebahnkonstellation, verfügbare Landesysteme und Navigationshilfen, ggf. farblich abgesetzt) würden das Erfassen und Verarbeiten der Informationen vereinfachen und beschleunigen und somit gleichzeitig zur Verbesserung der Flugsicherheit beitragen. Das überarbeitete Format sollte anschließend unter einheitlichen Standards weltweit eingesetzt werden. Weiterhin sollte ein Backup oder Update über einen Uplink erfolgen können, um die Aktualität von NOTAMs auch während des Flugs jederzeit zu gewährleisten.

***Anmerkung** Die ICAO hat bis Ende Oktober 2019 eine offene Online Umfrage zur Verbesserung des NOTAM Systems durchgeführt. Die VC hat o.a. Empfehlungen über die Umfrage einfließen lassen. Die Ergebnisse lagen zum Zeitpunkt der Erstellung des VC-Flugsicherheitskonzepts 2020 noch nicht vor.<sup>25</sup>*

## **4.2.3 Navigationskarten**

Luftfahrtkarten enthalten Informationen für An- und Abflugverfahren sowie für den Reiseflug. Staaten veröffentlichen diese Informationen in den jeweiligen nationalen AIPs. Da sich die Darstellungsart zwischen einzelnen Staaten unterscheiden kann, verarbeiten zivile Anbieter die Angaben aus den AIPs und stellen sie nach ihrem Standard einheitlich zur Verfügung. Dabei unterscheiden sich die Standards zwischen den Anbietern zum Teil erheblich, z.B. in der

---

<sup>24</sup> siehe Air Canada Flight AC759 Incident San Francisco International Airport 07.07.2017, Veteran Airline SV-6814 Accident Abuja International Airport 04.12.2013.

<sup>25</sup> Eine Auswertung eingegangener Antworten kann unter <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSduwlsDwfjz72v1IFQKpzM1BZ1BA8Dg7Xge0F1voZc8K229mQ/viewanalytics> eingesehen werden.

Farbgestaltung, der Darstellung zusätzlicher Informationen wie Geländekonturen und Luftraumgrenzen oder in der Dynamik (dynamische vs. statische Darstellung). Zum Teil werden auch spezielle Wünsche des jeweiligen (Airline-) Kunden berücksichtigt. Den Cockpitbesatzungen als Endnutzern stehen diese Karten in der Regel digital auf einem EFB zur Verfügung, nicht jedoch das Rohmaterial einer AIP.

Die Kartenanbieter sind dabei in der Verantwortung, trotz der Angleichung von ähnlichen Formulierungen oder Darstellungen auf ihren Kartenstandard, die ursprüngliche Aussage einer Information aus der AIP nicht zu verfälschen. Anbieter müssen dabei einen Kompromiss zwischen guter Lesbarkeit und der Darstellung hilfreicher Informationen finden, wobei es immer wieder zu Fehlern, verspäteten Revisionen oder missverständlichen Inhalten kommt, z.B. wenn Kartenanbieter eine interne standardisierte Formulierung wählen, die nicht exakt mit Aussagen der AIP übereinstimmen.

### **Bewertung**

Da Cockpitbesatzungen komplett abhängig von den Karten des Anbieters ihrer Fluggesellschaft sind, kommt der Qualitätssicherung bei den Kartenanbietern eine große Bedeutung zu. Die Praxis zeigt hier einen Verbesserungsbedarf, da es immer wieder zu Abweichungen gegenüber AIPs oder zu missverständlichen Darstellungen kommt.

Ein Kartenanbieter sticht durch farbige Darstellung und Geländekonturen positiv heraus. Auch dessen Darstellung von Luftraumgrenzen auf SID- und STAR-Karten verbessern das Situationsbewusstsein erheblich. Aufgrund vieler zusätzlicher Informationen sind die Karten jedoch teilweise überfrachtet. So werden z.B. auf Endanflug-Karten sehr viele, aber wenig bedeutsame „special use areas“ dargestellt. Wichtiger wären auch auf diesem Kartentyp normale Luftraumgrenzen inklusive des Elements TMZ. Andere Anbieter weisen solche zusätzlichen Merkmale grundsätzlich nicht auf und orientieren sich strikter an den AIPs. So wird zwar die Fehlerhäufigkeit bei der Darstellung minimiert, aber Cockpitbesatzungen fehlen dadurch auch viele hilfreiche Informationen.

Die Aufbereitung von Standard Taxi Routes oder Verfahren für den Fall eines Funkverlusts, die oft für einzelne Flughäfen gesondert festgelegt sind, werden zumeist nur in Textform aufbereitet und zwischen weiteren, allgemeinen Daten aufgeführt, was das Auffinden und Interpretieren der teilweise kritischen Informationen erschwert.

### **Empfehlung**

Die Qualitätssicherung von Kartenanbietern sollte aufgrund der Relevanz der enthaltenen Daten grundsätzlich kritisch überprüft werden, um sicherzustellen, dass AIP Änderungen zeitnah und korrekt übernommen und eindeutig dargestellt werden. Da Fehler oder falsche Interpretationen nicht gänzlich ausgeschlossen werden können, sollten Fluggesellschaften ihrer Aufsichtspflicht gewissenhaft nachkommen. Dabei sollte sichergestellt werden, dass ihr jeweiliger Kartenanbieter korrekte und für Cockpitbesatzungen hilfreiche Karten zur Verfügung stellt.

Die Bedeutung von Informationen, wie relevante Lufträume oder Terrainmerkmale, sollten bei allen Kartenanbietern beworben werden.



Aufgrund der vermehrten digitalen Darstellung werden vektorbasierte Lösungen mit der Möglichkeit zur individuellen An- und Abwahl spezifischer Darstellungsobjekte empfohlen.

Wünschenswert wären darüber hinaus bei allen Anbietern einfach zu interpretierende, graphische Aufbereitungen von Standard Taxi Routes oder Verfahren für den Fall eines Funkverlusts.

#### 4.2.4 Remote Tower

Remote Tower oder Remote Virtual Tower (RVT) beschreibt eine geografisch unabhängige Einrichtung, von der aus Flugverkehrsdienste an Flughäfen durchgeführt werden. Dabei kommt anstelle eines durch Fluglotsen bemannten Kontrollturms ein Sendemast mit Kameras und Sensoren zum Einsatz, der von einem Remote Tower Center (RTC) gesteuert wird. Die Fluglotsen im RTC können einen oder mehrere Flughäfen gleichzeitig betreuen (Multiple Remote Tower Betrieb). Das Konzept wurde ursprünglich für kleine, abgelegene Flughäfen mit geringem Verkehrsaufkommen sowie als Redundanz für größere Flughäfen entwickelt.

Aktuell existieren keine ICAO-Standards und Verfahren, die sich dezidiert mit RVT auseinandersetzen. Lediglich ICAO Doc 4444<sup>26</sup> weist darauf hin, dass ein Betrieb von RVT möglich ist, wenn dieser durch die entsprechende Behörde autorisiert wurde. Die EASA hat ihrerseits „Guidance Material (GM) on remote aerodrome air traffic services“<sup>27</sup> veröffentlicht, durch deren nicht bindenden Charakter die Festlegung von Voraussetzungen und Verfahren zur Zulassung von RVT den jeweiligen Behörden obliegt.

In Deutschland wird derzeit der Flughafen Saarbrücken aus dem RTC Leipzig gesteuert, die Flughäfen Erfurt und Dresden sollen folgen.

#### **Bewertung**

Aufgrund der ursprünglichen Anwendung von RVT für kleinere Flughäfen sind die Auswirkungen auf die Arbeitsbedingungen von Fluglotsen und die Konsequenzen für Cockpitbesatzungen an Flughäfen mit geringem Verkehrsaufkommen verhältnismäßig gut untersucht. Eine direkte Übertragung der Erkenntnisse auf den Einsatz von RVT an mittleren und größeren Flughäfen sowie auf die gleichzeitige Betreuung mehrerer Flughäfen durch einen Fluglotsen würde ohne weitere Evaluierung des Konzepts seitens VC als kritisch gesehen, da ein Vergleich nur bedingt möglich erscheint.

Durch die Zentralisierung von Dienstleistungen können Effizienzsteigerungen und Ressourceneinsparungen erreicht werden. Dabei stellen Komplettausfälle, Personalknappheit, technische Störungen oder Störungen der Datenübertragung eines RTC ein erhöhtes Risiko dar, weil dadurch ggf. gleichzeitig mehrere Flughäfen und damit eine erhöhte Zahl von Flügen betroffen sein können.

Fehlende regulatorische Standards führen dazu, dass es oft nicht ersichtlich ist, welche speziellen Verfahren für Cockpitbesatzungen oder Flugbetriebe in Zusammenhang mit RVT nötig sind, z.B.

---

<sup>26</sup> ICAO (2016). Doc 4444, Kapitel 7.1.1.2.1

<sup>27</sup> ED Decision 2019/004/R (15. Februar 2019).

in Bezug auf Planung von Ausweichflughäfen oder Funkverfahren. Vorgaben ohne bindenden Charakter können zu dieser Problematik beitragen, da dies unterschiedliche Standards in verschiedenen Ländern zur Folge haben kann. Darüber hinaus ermöglicht das RVT-Konzept eine Ausfluggung über Ländergrenzen hinweg, wobei Auswirkungen daraus auf die Flugsicherheit nicht absehbar sind.

### **Empfehlung**

Zur Gewährleistung eines einheitlichen hohen Sicherheitsstandards wird eine grundlegende gesetzliche Regelung auf europäischer und internationaler Ebene als notwendig erachtet. Dabei sollte eine Verlagerung sicherheitsrelevanter Infrastruktur außerhalb des regulatorischen Rahmens des Herkunftslandes ausgeschlossen werden. Darüber hinaus wird aufgrund der Neuartigkeit des Konzepts eine ausgewogene, holistische Betrachtung des soziotechnischen Gesamtsystems empfohlen, vor allem in Bezug auf die Interaktion von Mensch und Maschine sowie ggf. notwendiger Voraussetzungen für die Ausrüstung von Luftfahrzeugen, RVTs und RTCs.

Vor einer Umsetzung des RVT-Konzepts an mittleren und größeren Flughäfen bzw. eines Multiple Remote Tower Betriebs sollten grundlegende und langfristige Erfahrungen mit dem RVT-Konzept gesammelt und ausgewertet werden. Die bisherigen Untersuchungsergebnisse zu RVT an kleineren Flughäfen sollten dabei genutzt werden, um das Konzept im Praxisbetrieb zu evaluieren und weiterzuentwickeln. Bis dahin sollte von einer Anwendung an mittleren und größeren Flughäfen abgesehen werden.

Wo noch nicht umgesetzt, wird eine detaillierte Risikoanalyse in Bezug auf Ausfall, Störungen und Cybersecurity von RTC und RVT empfohlen, um die Effektivität des Gesamtsystems im Normal- wie auch im Notfallbetrieb durch geeignete und effektive Maßnahmen sicherzustellen. Weiterhin sollten Cockpitbesetzungen und Flugbetriebe über das Vorhandensein von RVT informiert und über Unterschiede zu bisherigen Verfahren geschult werden. Die ggf. notwendige Anpassung von Notverfahren für alle Stakeholder sollte dabei berücksichtigt werden.<sup>28</sup>

### **4.2.5 Sprechfunk**

Der Sprechfunk im Luftverkehr wird grundsätzlich von der ICAO über eine einheitliche Phraseologie<sup>29</sup> festgelegt, um einen reibungslosen Ablauf zu gewährleisten. Als Herausforderungen für den Sprechfunk werden die Einführung und Umsetzung neuer Phraseologie, die Abweichung von der vorgegebenen Phraseologie und die Auslastung von Frequenzen gesehen.

Als Beispiel für die Problematik bei Einführung und Umsetzung neuer Phraseologie können die im November 2016 veröffentlichten neue Sprechfunkgruppen für Freigaben auf An- und Abflugstrecken<sup>30</sup> herangezogen werden. Bedingt durch eine sehr kurze Vorlaufzeit und zum Teil verspätete Schulung kam es in Deutschland zum Einführungsdatum<sup>31</sup> zu vermehrten Nachfragen

---

<sup>28</sup> ECA (2014). Die VC unterstützt darüber hinaus die Position der ECA mit Bezug auf Remote Tower Services (<https://www.eurocockpit.be/positions-publications/remote-tower-services>).

<sup>29</sup> ICAO (2020). Annex 10 und ICAO (2016). Doc 4444

<sup>30</sup> ICAO (2016). Doc 4444, Amendment 7-A

<sup>31</sup> Nachrichten für Luftfahrer 1-1278-18

oder Nichteinhaltung durch Cockpitbesatzungen, was u.a. zur Rückkehr zur alten Phraseologie bei Fluglotsen geführt hat. Ein neuer Ansatz zur Umsetzung ist für November 2020 geplant.

In Bezug auf Abweichungen von der vorgegebenen Phraseologie konnte auf europäischer Ebene seitens der Pilotenverbände eine Verschlechterung der Funkdisziplin festgestellt werden. Ursachen dafür scheinen weniger fehlendes Wissen, sondern Ungenauigkeit und Unachtsamkeit zu sein. Zur Behebung dieser Defizite wurde in der Eurocontrol Safety Improvement Sub-Group (SISG) eine Funkdisziplin-Kampagne ins Leben gerufen, bei der über ansprechendes Poster- und Videomaterial<sup>32</sup> auf die Thematik aufmerksam gemacht werden soll. Nachlässigkeiten im Sprechfunk wirken sich zusätzlich auf die Belastung der genutzten Funkfrequenzen aus, da dies häufig Rückfragen und Wiederholung von Anweisungen hervorruft. Dies schränkt die vorhandene Kapazität von Frequenzen weiter ein.

### **Bewertung**

Die Einführung neuer Sprechfunkverfahren birgt grundsätzlich das Potenzial für Missverständnisse, die durch geringe Vorlaufzeiten und inadäquate Schulung verstärkt werden können. Die aktuelle Planung, Sprechfunkgruppen zu einem abgestimmten Zeitpunkt und unter Einbindung aller Stakeholder neu zu etablieren, wird von der VC begrüßt. Die vorherige Abstimmung sprechfunkspezifischer Änderungsvorschläge im Rahmen der AG Sprechfunk, einem Gremium des Bundesaufsichtsamts für Flugsicherung (BAF), wird dabei als äußerst wertvoll gesehen.

Das Abweichen von der vorgegebenen Phraseologie wird vor allem für zeitkritische Situationen und bei hoher Verkehrsdichte als problematisch gesehen. Da der Effekt durch das wachsende Luftverkehrsaufkommen und angesichts limitierter Funkkapazitäten zusätzlich verstärkt wird, ist disziplinierter Funkverkehr unerlässlich. Voraussetzung dafür ist die Kenntnis der geltenden Phraseologie.

Kampagnen mit dem Ziel der Erhöhung der Funkdisziplin aller Stakeholder werden grundsätzlich als geeignetes Mittel bewertet. Zeitlich begrenzte Kampagnen unter Einsatz der o.a. Medien erscheinen für die Zielerreichung jedoch nicht ausreichend, da diese ihre Signalwirkung nach relativ kurzer Zeit verlieren.

### **Empfehlung**

Für neue Phraseologien werden deren Etablierung zu abgestimmten Zeitpunkten, ausreichende Vorlaufzeiten der Informationen sowie adäquate Schulung für alle am Sprechfunk Beteiligten als Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung gesehen.

Für eine dauerhaft hohe Funkdisziplin werden zusätzlich zur geplanten Eurocontrol Kampagne das wiederkehrende Adressieren des Stellenwerts korrekter Phraseologie in Flugbetrieben und Flugsicherungseinrichtungen empfohlen.

---

<sup>32</sup> Skybrary. <https://www.skybrary.aero/index.php/Solutions:SKYclips> Abruf 26.03.2020.

## 4.3 Security

Der Luftsicherheit im Sinne des Schutzes vor Angriffen von außen kommt im hochkomplexen System der Luftfahrt eine immer größere Bedeutung zu. Neben der grundlegenden Sicherheit verwendeter Informationstechnologien (IT) gelten kriminelle Eingriffe, die Nutzung und Weitergabe luftsicherheitsrelevanter Informationen und der Missbrauch von Menschenrechten als kritisch zu betrachtende Aspekte.

### 4.3.1 Cybersecurity

Computersysteme sind aus Verkehrsflugzeugen nicht mehr wegzudenken und eine Vielzahl von elektronischen Steuerungs- und Überwachungssystemen an Bord trägt maßgeblich zur sicheren Flugdurchführung bei.

Diese Systeme waren bisher zumeist hardwareseitig getrennt und die Kommunikation zwischen den Systemen erfolgte über klar definierte Schnittstellen. Wie auch in anderen Bereichen der Informationstechnologie wird mittlerweile dazu übergegangen, eng miteinander vernetzte Systeme zu integrieren. Dies geschieht vor dem Hintergrund, neue Anwendungsmöglichkeiten zu schaffen und Systeme wirtschaftlicher zu gestalten.

Die rasante technische Entwicklung eröffnet dabei vielfältige Möglichkeiten, welche jedoch auch mit bestimmten Risiken verbunden sein können. So ist es heutzutage z.B. möglich, durch schnell und kostengünstig aus der Ferne durchgeführte Hackerangriffe, gesamte Flugbetriebe lahmzulegen. Die bisherigen Angriffe galten größtenteils der Bodeninfrastruktur, aber auch Angriffe auf die Flugsicherungsinfrastruktur oder Flugzeugsteuerungssysteme sind denkbar.

#### **Bewertung**

Die Verwendung eng miteinander vernetzter Systeme (gemeinsame Datenbusse, die mehreren Sensoren, Geräten und Systemen als Übertragungsweg dienen) ist zwar wirtschaftlich effizient, kann aber unter bestimmten Bedingungen zulasten der Flugsicherheit gehen.

Während sich Sicherheitssysteme in der IT kontinuierlich weiterentwickeln, werden Flugzeugsysteme lediglich zum Zulassungszeitpunkt zertifiziert. Das birgt die Gefahr, dass ursprünglich als sicher eingestufte Systeme zu einem späteren Zeitpunkt Sicherheitslücken aufweisen können. Unverschlüsselt übermittelte Informationen können mit einfachen Mitteln manipuliert werden und somit die Flugsicherheit in unterschiedlichem Ausmaß beeinträchtigen, z.B. über gefälschte Navigationshilfen bis hin zum Eingriff in die Flug- oder Triebwerkssteuerung. Diesbezüglich entstehen besondere Probleme, wenn Hersteller nicht mehr existieren, Produkte nicht weiter aktualisiert werden, oder Systemkonzepte grundlegende Sicherheitslücken aufweisen.

#### **Empfehlung**

Um die Sicherheit und Integrität von Daten sicherzustellen sollte gewährleistet sein, dass alle Daten während ihres gesamten Lebenszyklus geschützt und Schnittstellen gesichert werden. Dazu bedarf es der Betrachtung der gesamten Kommunikationskette über alle verbundenen Anwendungen hinweg, da jedes vernetzte System nur so stark ist wie sein schwächstes Glied. Es

ist daher bereits bei der Entwicklung darauf zu achten, Systeme robust und ausreichend gehärtet zu gestalten.

Basierend auf den mit IT verbundenen potenziellen Risiken wird eine kontinuierliche Überprüfung der Systeme und schnellstmögliche Behebung entdeckter Sicherheitslücken über einen definierten Prozess als zwingend erforderlich erachtet. Eine damit verbundene Sicherheitsstrategie sollte gestaffelte Sicherheitsebenen umfassen (sog. „Defense in Depth Strategie“), welche Personen, Daten, Software, Hardware, Netzwerk und Organisation einschließen. Dazu gehört auch eine regelmäßige Schulung aller Beteiligten über IT-Bedrohungen, Schutzmaßnahmen und ihre Verantwortung als Benutzer.

Des Weiteren sollten für in Flugbetrieben eingesetzte Systeme folgende Bedingungen gelten:

- Schutz von Datenverarbeitungssystemen gegen Bedrohungen von innen und außen
- Regelmäßiger und transparenter Updatezyklus
- Regelmäßige Prüfung auf Schwachstellen durch unabhängige Penetration Tester
- Sicherung gegen unbefugten physischen Zugriff
- Trennung hochsensibler Systeme (z.B. Avionik) von extern zugänglichen Systemen (z.B. Onboard-Internet)
- Zentrale Meldung von Schwachstellen und Verwendung dieser als Lerngrundlage
- Entzug der Luftfahrtzulassung von Geräten bei denen Revalidierungen oder Updates nicht mehr gewährleistet sind
- Gewährleistung von Vertraulichkeit (keine Einsicht durch Dritte), Integrität (Verhindern oder Erkennen von Manipulation), Authentizität und Protokollierung jeglichen Datenverkehrs
- Beschränkung von Anwendungen nur auf unbedingt notwendige Funktionen
- Keine private Nutzung dienstlicher Geräte (z.B. EFB)

### 4.3.2 Flüge in und über Krisengebiete

Bedingt durch die dynamische weltpolitische Lage entstehen immer wieder Krisengebiete, in denen das Fliegen ziviler Luftfahrzeuge und der Aufenthalt von Flugbesatzungen einer besonderen Gefahr ausgesetzt sind.

Während die EASA über Conflict Zone Information Bulletins (CZIB) Empfehlungen für Krisengebiete veröffentlicht, unterliegt die offizielle Einschränkung oder Sperrung einzelner Lufträume nationalen Behörden. Darüber hinaus bewerten Luftfahrtgesellschaften nicht gesperrte, aber risikobehaftete Lufträume zusätzlich intern, was zum Umfliegen dieser Lufträume führen kann. Unterschiedliche Interessen der beteiligten Organe können hierbei zu uneinheitlichen Einschätzungen führen, u.a. weil die Informationsweitergabe nationaler Behörden und Risikobewertungen von Fluggesellschaften unterschiedlichen diplomatischen oder finanziellen Zwängen unterliegen können.

Die finale Verantwortung für die tatsächliche Streckenführung trägt rechtlich der Kommandant, der für die Sicherheit des Luftfahrzeugs sowie der an Bord befindlichen Personen verantwortlich ist und sich anhand der bereitgestellten Unterlagen informiert.<sup>33</sup>

### **Bewertung**

Der Abschuss des Fluges MH17 über der Ukraine (2014) sowie wiederholte nordkoreanische Raketentests nahe viel beflogener Routen zeigen, dass die vorhandenen Maßnahmen zur Vermeidung von Flügen in und über Krisengebieten nicht ausreichen, um die zivile Luftfahrt hinreichend zu schützen.

### **Empfehlung**

Auch wenn eine ausnahmslose Vermeidung von Flügen in und über Krisengebiete aktuell nicht möglich ist, lehnt die VC diese aufgrund der einhergehenden unvermeidbar erhöhten Risiken grundsätzlich ab.<sup>34</sup>

Um die Risiken so gering wie möglich zu halten, empfiehlt die VC ergänzend zur Key Action des EPAS<sup>35</sup> eine ausführliche Gefahren- und Risikoabschätzung einer unabhängigen Instanz unter Einbeziehung der Expertise von Pilotenvertretern und Fluggesellschaften und eine größtmögliche Informationsbereitstellung durch Behörden (NOTAMs, Informationen direkt an Flugbetriebe).

Damit der Kommandant seiner Verantwortung vollumfänglich nachkommen kann, ist eine verpflichtende, detaillierte und frühestmögliche Weitergabe aller relevanten Sicherheitsinformationen durch die Fluggesellschaft notwendig. Dies gilt speziell für kurzfristige Änderungen von Risikofaktoren vor und während des Fluges und bei einem eventuellen Aufenthalt von Besatzungen im Krisengebiet. Weiterhin wird empfohlen, den Umgang mit spezifischen Gefahren bezogen auf Flüge in und über Krisengebiete zu schulen.<sup>36</sup>

Darüber hinaus sollte die finale Entscheidungsgewalt des Kommandanten über die Durchführung oder Änderung des Fluges, z.B. durch Umfliegen von Krisengebieten oder Anflug eines Ausweichflughafens, jederzeit ohne arbeitsrechtliche Sanktionen oder wirtschaftlichen Druck gewährleistet sein, um die Priorität von Sicherheitsaspekten vor wirtschaftlichen Interessen zu garantieren. Dies sollte in der Safety Policy einer Fluggesellschaft zum Ausdruck gebracht werden.

## **4.3.3 Menschenhandel**

Menschenhandel (human trafficking) beschreibt den Transport von Personen zum Zwecke der Ausbeutung und stellt eine Menschenrechtsverletzung dar. Neben Waffen- und Drogenhandel

---

<sup>33</sup> Verordnung (EG) Nr. 216/2008. Anhang IV 7.c i.V.m. Verordnung (EU) Nr. 965/2012. CAT.GEN.MPA.105.

<sup>34</sup> Vereinigung Cockpit e.V. (2019). Policy „Fliegen in und über Krisengebiete“

<sup>35</sup> EASA (2019). European Plan for Aviation Safety (EPAS) 2020-2024. Ch. 3.1.1.4, Impact of security on safety. Conflict Zones Key Action: *“Disseminate information to air operators in order to mitigate the risk associated with overflying conflict zones”*.

<sup>36</sup> vgl. ArbSchG § 5 und § 6.

trägt Menschenhandel mit einem geschätzten Umsatz von 150 Milliarden US-Dollar<sup>37</sup> als eines der lukrativsten rechtswidrigen Geschäfte wesentlich zur Finanzierung von Terrorismus bei.

Opfer von Menschenhandel kommen aus allen Staaten der Welt und werden in nahezu jedes Land zu unterschiedlichen Zwecken verkauft. Dabei umfasst der Zweck u.a. die Zwangsprostitution, Haushaltsarbeit, Zwangsarbeit, Ausübung von Straftaten oder Organentnahme. Aufgrund der leichteren Verfügbarkeit und der hohen Nachfrage ist der Menschenhandel ein stark wachsendes Feld der organisierten Kriminalität. In den letzten Jahren wird vermehrt die Luftfahrt als Transportmittel für die Opfer zu den Zielen genutzt (z.B. das Einfliegen von Zwangsprostituierten zu Großveranstaltungen). Insgesamt sind weltweit etwa 40 Millionen Menschen Opfer von Menschenhandel und rund 600.000 bis 800.000 Menschen werden pro Jahr über Grenzen geschmuggelt. Allein in Deutschland gehörten 2018 gemäß Lagebericht des BKA<sup>38</sup> 172 Minderjährige zu den Opfern des Menschenhandels.

International ist das Thema Menschenhandel bereits luftfahrtspezifisch aufgegriffen worden. Die ICAO, IATA und verschiedene Staaten haben bereits Materialien zum Zweck der Schulung und Kampagnen zur erhöhten Wahrnehmung der Thematik publiziert. Dabei haben diverse Staaten Schulungen vorgeschrieben und eine Meldekette realisiert. Auf ICAO-Ebene bringt sich die VC über ihre IFALPA-Vertretung bereits aktiv ein, um international eine mögliche standardisierte Meldekette zu etablieren und Trainingsmaterialien zu erstellen.

### **Bewertung**

Flughäfen sowie Fluggesellschaften haben als Kontaktpunkt mit Opfern des Menschenhandels eine moralische Handlungsverpflichtung. Im Gegensatz zu den USA gibt es derzeit für Flug- und Bodenpersonal in Deutschland kein adäquates Training in Bezug auf das Erkennen von Merkmalen potenziellen Menschenhandels. Auch für Verdachtsmeldungen existieren weder formale Anweisungen noch Meldeketten.

Der aktuelle Umgang mit Menschenhandel in Deutschland wird als unzureichend gesehen. Ein Gesetz zur Verfolgung von Straftaten des Menschenhandels über den Paragraphen § 232 StGB existiert erst seit 2017, das Strafmaß liegt auf einem niedrigen Niveau (teilweise lediglich mit Bewährungsstrafe geahndet) und Strukturen im Bereich Luftfahrt oder verpflichtendes Training zum Erkennen von Merkmalen des Menschenhandels sind nicht vorhanden.

### **Empfehlung**

Um den korrekten Umgang in potenziellen Situationen von Menschenhandel im angemessenen Rahmen gewährleisten zu können, sollten Fluggesellschaften, Flughäfen und Exekutivorgane ihre jeweiligen Stärken im Kampf gegen Menschenhandel gemeinsam nutzen. Dazu sollte das Kabinen-, Cockpit- und Bodenpersonal im Erkennen von Verdachtsfällen von Menschenhandel geschult werden und Informationen darüber mittels einheitlicher Meldekette weitergeben.

---

<sup>37</sup> International Labor Organisation (2014).

<sup>38</sup> Bundeskriminalamt (2018). Bundeslagebild Menschenhandel und Ausbeutung 2018 [https://www.bka.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/JahresberichteUndLagebilder/Menschenhandel/menschenhandelBundeslagebild2018.pdf;jsessionid=E3A77ECD3CAF5094E39EB318C16BFBE8.liv\\_e2291?\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.bka.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/JahresberichteUndLagebilder/Menschenhandel/menschenhandelBundeslagebild2018.pdf;jsessionid=E3A77ECD3CAF5094E39EB318C16BFBE8.liv_e2291?_blob=publicationFile&v=4) Abruf 27.03.2020.

Das Personal sollte mit einer Ersts Schulung sensibilisiert und über wiederkehrende Schulungsmaßnahmen thematische Auffrischungen erhalten. Exekutivorgane sollten geschult werden, Hinweise von Fluggesellschaften und Flughäfen aufzunehmen und im Sinne einer Verfolgung nach § 232 StGB zu nutzen. Daten und Hintergrundinformationen, wie Buchungsweg, Anschlussflüge oder ähnliche Informationen sollten dabei seitens Fluggesellschaften proaktiv an Exekutivorgane übermittelt werden dürfen. In Zusammenhang mit Meldungen potenzieller Verdachtsfälle ist der Schutz des involvierten Personals, insbesondere vor möglichen Repressalien organisierter Kriminalität, zu gewährleisten.

#### 4.3.4 Fluggast-, Personal- und Warenkontrollen

Ziel von Fluggast-, Personal- und Warenkontrollen an Flughäfen ist die Abwehr von Sicherheitsgefahren und kriminellen Eingriffen in die zivile Luftfahrt, z.B. terroristische Anschläge oder Flugzeugentführungen, sowie das Verhindern des Einbringens potenziell gefährlicher Materialien und Gegenstände in den Sicherheitsbereich.

Die Kontrollen basieren auf ICAO Annex 17, Verordnung (EG) Nr. 300/2008, Durchführungsverordnung (EU) 2015/1998 sowie auf dem Luftsicherheitsgesetz (LuftSiG). Darin sind der Personenkreis für Passagier- bzw. Personal- und Warenkontrollen, die Befugnisse der Luftsicherheitsbehörde und die Pflichten zur Umsetzung von Sicherungsmaßnahmen der Betreiber eines Verkehrsflughafens geregelt.<sup>39</sup> Die Zuständigkeit für Personal- und Warenkontrollstellen liegt in Deutschland derzeit bei den Bundesländern.

Die Vorkehrungen zur Gewährleistung der Luftsicherheit wurden insbesondere seit den Anschlägen vom 11. September 2001, aber auch durch nachfolgende Ereignisse, drastisch verschärft. Darunter fällt u.a. die viel diskutierte Begrenzung der Mitnahme von Flüssigkeiten. Darüber hinaus werden ständig neue Gegenstände als potenzielle Gefahrenquelle identifiziert, die als Waffe genutzt werden könnten, z.B. im 3D-Druck hergestellte Objekte.

Aktuell diskutierte Themen umfassen den risikobasierten Ansatz zum erleichterten Zugang von sicherheitsüberprüftem Luftfahrtpersonal, sowohl bei dienstlichem als auch nicht dienstlichem Zutritt zum Sicherheitsbereich sowie zollrechtliche Kontrollen, die durch das Sicherheitspersonal zusätzlich zum normalen Kontrollvorgang durchgeführt werden sollen.

#### **Bewertung**

Als große Verbesserung bei den Sicherheitsmaßnahmen an Flughäfen werden die eingesetzten ETD-Scanner (Explosive Tracking Device) gesehen, über die in erster Linie Sprengstoffspuren entdeckt werden können.

Lange Expositionszeiten in den Bereichen vor den Pass- und Sicherheitskontrollen und Check-In Schaltern werden dagegen als erhöhtes Risiko für Passagiere und Personal angesehen. Zum Teil lange Warteschlangen an den Sicherheitskontrollen und immer restriktivere Regelungen können bei Passagieren bereits vor Flugantritt zu einem höheren Stresslevel führen und zu einer

---

<sup>39</sup> Bundesregierung. LuftSiG § 5 und § 8.



entsprechend verringerten Frustrationstoleranz auch während des folgenden Fluges beitragen. Dies wird u.a. als beitragender Faktor zur ansteigenden Zahl sog. „Unruly Passenger“ gesehen.<sup>40</sup>

Die länderseitige Zuständigkeit für Personal- und Warenkontrollstellen wird als nicht zielführend erachtet, weil dies bundeseinheitliche Standards für Schulungen für das Sicherheitspersonal erschwert und z.T. zu erheblichen unterschiedlichen Umsetzungen von Sicherungsmaßnahmen führt.

Der risikobasierte Ansatz für Kontrollen auf Grundlage der Zuverlässigkeitsüberprüfung für Luftfahrtpersonal analog des Trusted Traveller Programms in den USA wird als eine die Sicherheit unterstützende und das Sicherheitspersonal entlastende Maßnahme bewertet.

Eine Übernahme zusätzlicher zollrechtlicher Kontrollen durch das Sicherheitspersonal wird als kritisch bewertet, da dies zur Überlastung und somit Verschlechterung der Qualität der eigentlichen Aufgabe des Sicherheitspersonals führen kann.

### **Empfehlung**

Um die Expositionszeit vor den Sicherheitskontrollen zu minimieren, werden effektivere Pass- und Passagierkontrollstellen analog der Flughäfen Köln/Bonn, Frankfurt, München und Hamburg, sowie eine Verkürzung der Check-In Verfahren an allen deutschen Flughäfen angeregt. Dabei sollte auch die Implementierung des risikobasierten Ansatzes für Fluggast- und Personalkontrollen sowie eine Trennung von Crew- und Passagierkontrollstellen verfolgt werden.

Im Rahmen der Zuständigkeiten für Personal- und Warenkontrollstellen werden eine einheitliche und länderübergreifende Fachaufsicht, einheitliche Schulungs- und Kontrollvorgaben sowie eine vereinheitlichte Eignungsvoraussetzung und Ausbildung des Sicherheitspersonals empfohlen. In Zusammenhang mit der Übertragung von Zuständigkeiten an die Flughäfen unterstützt die VC die bundesweite Vereinfachung der Zuständigkeiten und Harmonisierung von Sicherheitsmaßnahmen.

Von einer Übernahme zusätzlicher zollrechtlicher Kontrollen durch das Sicherheitspersonal wird abgeraten, um dem eigentlichen Zweck von Sicherheitskontrollen, der Herstellung der Luftsicherheit, Rechnung zu tragen. Für Kontrollen zum Zweck zollrechtlicher Aspekte wird eine separate Durchführung empfohlen.

## **4.4 Training**

Kompetenzen und Fertigkeiten des fliegenden Personals sind entscheidend für die Ausführung ihrer Aufgaben im Cockpit. Dies gilt sowohl für Routine- als auch für Notfallsituationen. Qualität, Umfang, Art und das Spektrum des Trainings sind dabei maßgebliche Faktoren für eine effektive, effiziente und sichere Flugdurchführung.

---

<sup>40</sup> SKYbrary (2018). Unruly Passengers. [https://www.skybrary.aero/index.php/Unruly\\_Passengers\\_Causes](https://www.skybrary.aero/index.php/Unruly_Passengers_Causes), Abruf 27.03.2020

#### 4.4.1 Reduzierung des Ausbildungsumfangs

Cockpitbesatzungen stellen einen zentralen Baustein zur Aufrechterhaltung der Flugsicherheit dar, weshalb sie eine fundierte und umfassende Ausbildung in den grundlegenden fliegerischen Fertigkeiten sowie in der Beherrschung aller flugzeugseitigen Systeme benötigen.<sup>41</sup> Zu den essenziellen Fertigkeiten gehören dabei u.a. effektives Interagieren im Team und mit der Technik.

Bei der Ausbildung von Cockpitbesatzungen wird vermehrt eine Tendenz zur Reduzierung des Ausbildungsumfangs in allen Bereichen festgestellt, was zu immer weniger Trainingszeit bei gleichzeitig erhöhtem Lernpensum und veränderten Trainingsmethoden führt. Dabei werden Inhalte in der Basisausbildung teilweise nur noch im Simulator vermittelt und auf eine Ausbildung im Luftfahrzeug verzichtet. Auch bei der Einführung neuer Systeme sowie zur Aufrechterhaltung von Kompetenzen kommt es immer häufiger zum Einsatz moderner Medien wie Computer Based Learning, welche Unterrichte, Seminare oder Praxistraining ersetzen sollen.

Dies geschieht vor dem Hintergrund, dass moderne Luftfahrzeuge durch den Einsatz weitreichender Informations- und Automationssysteme bereits heute über einen hohen Komplexitätsgrad verfügen, der stetig zunimmt.

##### **Bewertung**

Durch die Reduzierung des Trainingsumfanges und die Veränderung der Trainingsmethoden sieht die VC den vollumfänglichen Erwerb und das Aufrechterhalten essenzieller Fertigkeiten zur Sicherstellung des aktuellen hohen Maßes an Flugsicherheit gefährdet. Als maßgeblich beitragend wird dabei der Entfall von Praxistraining gesehen.

Die neu eingesetzten Trainingsmethoden werden nicht in allen Bereichen als geeignet gesehen, um die notwendigen Fertigkeiten zu vermitteln. So werden z.B. schriftliche Veröffentlichungen oder Lernsoftware zum Erwerb praktischer Fertigkeiten als nicht ausreichend bewertet, da in dynamischen und kritischen Flugsituationen nur praktisch verinnerlichte Verfahren schnell und sicher abgerufen werden können. Der Erwerb dieser Fertigkeiten bedarf ausreichender Zeit und adäquater Trainingsmethoden.

Die gegenwärtige Tendenz zur Reduzierung des Ausbildungsumfangs wird als kritisch bewertet, da ein erhöhter Grad an Informations- und Automationssystemen aus Sicht der VC keine Reduzierung, sondern sogar einen höheren Schulungsbedarf mit zusätzlichem Training zur sicheren Beherrschung stetig komplexer werdender Systeme erfordert. Erkenntnisse aus Zwischen- und Unfällen unterstützen diese Bewertung.

##### **Empfehlung**

Um zu vermeiden, dass Anpassungen des Trainings zu Lasten der Flugsicherheit gehen, sollte im Rahmen des Change-Managements einer Organisation stets eine Überprüfung der Methoden auf deren Eignung und Einfluss auf die Flugsicherheit erfolgen, bevor eine Änderung bewährter Trainingskonzepte vorgenommen wird.

---

<sup>41</sup> Der Stellenwert der Ausbildung wird im EPAS 2020-2024 hervorgehoben. Demzufolge zählen [fliegerische] Kompetenzen zu den strategischen Prioritäten, wobei den Trainingsmethoden zur Erlangung notwendiger Kompetenzen eine wesentliche Bedeutung zugeschrieben wird.

Zur Erlangung essenzieller Fertigkeiten wird eine Kombination aus theoretischem Unterricht, Training im Simulator und im realen Luftfahrzeug empfohlen. Das Training im Luftfahrzeug sollte auch in Zukunft aus o.g. Gründen nicht vollständig durch Simulator Training ersetzt werden.

Um das erreichte hohe Niveau der Flugsicherheit zu erhalten, sollte der Trainingsumfang vor dem Hintergrund immer komplexer werdender Systeme – sowohl im Hinblick auf fliegerische als auch auf interpersonelle Kompetenzen – keinesfalls reduziert werden. Dabei sollten neue technische Anforderungen und komplexere Automationssysteme zwangsläufig zu mehr Training führen, um Cockpitbesatzungen ausreichende Kenntnisse zu vermitteln, die sie befähigen, in jeder Situation sicher mit den Systemen zu interagieren.

#### **4.4.2 Diversity Training**

Die kulturelle und menschliche Vielfalt in der Gesellschaft nimmt stetig zu und bereichert damit auch das Umfeld von Luftfahrtorganisationen. Gleichzeitig stellt die steigende Vielfalt Flugbetriebe und Ausbildungsabteilungen vor neue Herausforderungen, da u.a. Verhaltensweisen und Emotionen divers wahrgenommen und ausgedrückt werden, was Einfluss auf die Zusammenarbeit im und außerhalb des Cockpits haben kann.

Diversity Training beschreibt Programme, die dazu dienen, eine positive Gruppeninteraktion und effektive Zusammenarbeit zu fördern sowie Vorurteile und Diskriminierung abzubauen. Ziel des Trainings ist es, das Bewusstsein für individuelle Unterschiede (z.B. Nationalität, Kultur und Geschlecht) am Arbeitsplatz zu schärfen sowie Wissen und Fertigkeiten gezielt zu stärken, um die Art und Weise der Zusammenarbeit zu verbessern.

Obwohl die kulturelle und menschliche Vielfalt in den Flugbetrieben gestiegen ist, ist das Training größtenteils unverändert geblieben und im personellen Bereich zeigen Trainingsabteilungen meist eine fehlende Diversität auf.

#### **Bewertung**

Die Herausforderungen, die durch die steigende Vielfalt in den Flugbetrieben entstanden sind, werden über das aktuelle Training nicht ausreichend adressiert, wodurch es zu negativen Einflüssen in der Zusammenarbeit von Cockpitbesatzungen kommen kann, was bei Fehldeutung oder Diskriminierung u.U. auch Einfluss auf die Flugsicherheit haben kann.

Die häufig vorgefundene fehlende Diversität beim Personal von Trainingsabteilungen wird als beitragender Faktor für o.a. Problematik gesehen, da wichtige Inputs so nicht in die Ausbildung einfließen können.

#### **Empfehlung**

Bedingt durch das sich ändernde Umfeld sollten gezielte Diversity-Schulungen in die Ausbildung integriert werden, um maximal optimierte Ergebnisse zu erzielen und die Zusammenarbeit zu fördern. Diesbezüglich sollten insbesondere Trainingsabteilungen spezifisch geschult werden, um sich auf die individuellen Bedürfnisse unterschiedlicher Trainees besser einstellen zu können. Darüber hinaus wird, wo möglich, eine größere Diversität beim Trainingspersonal angeregt, um diesen Ansatz weiter zu unterstützen.

Weiterhin befürwortet die VC ein Mentoringprogramm für neue Crewmitglieder, wie es z.B. in den USA umgesetzt wird.<sup>42</sup> Mentoren sollten dabei bevorzugt aus der gleichen sozialen Gruppe kommen (Geschlecht, Cockpitfunktion, etc.) und keine Disziplinarvorgesetzten oder Funktionsträger im Unternehmen sein, um eine für diesen sensiblen Bereich entscheidende Vertrauensbasis zu ermöglichen.

## 4.5 Unfallprävention und Untersuchung

Im Gegensatz zur Flugunfalluntersuchung geht es bei der Prävention u.a. darum, aus dem zu lernen, was im täglichen Betrieb gut funktioniert. Grundlage und gleichzeitig Herausforderung dafür ist eine positive Sicherheitskultur, die das Melden von Vorkommnissen und Fehlern über alle Ebenen hinweg fördert und Informationen mit relevanten Empfängern teilt. Beim reaktiven Management der Flugsicherheit gilt es herauszufinden, was, wie etwas und warum etwas passiert ist, um die Wiederholung von Unfällen vermeiden zu können. Die dabei eingesetzten Mittel müssen effektiv, aussagekräftig und vor Missbrauch geschützt sein.

### 4.5.1 Just Culture

„High Reliability Organisations“ (HRO) wie die Luftfahrt, Medizin, Feuerwehr, Kernkraft, Chemie- und Petrolindustrie sind aufgrund potenzieller katastrophaler Konsequenzen von Fehlern auf eine hohe Zuverlässigkeit angewiesen. Da fehlerfreies Arbeiten sowohl im menschlichen als auch maschinellen Umfeld nur angestrebt, jedoch kaum erreicht werden kann, ist es für die Zwischen- und Unfallverhütung notwendig aus Fehlern zu lernen, um diese zukünftig vermeiden zu können. Dazu bedarf es eines Umfelds, in dem Mitarbeiter ihre Fehler ohne Angst vor Bestrafung oder Repressalien melden können.

Um dabei keinen Freifahrtschein zu erteilen, ist eine eindeutigen Grenze notwendig, welche die Verantwortung für eigenes Handeln und Konsequenzen für Fehlverhalten durch Grenzüberschreitung aufzeigt. Dem wurde über den Begriff „Just Culture“ oder „Redlichkeitskultur“ Rechnung getragen, die definiert ist als „eine Kultur, bei der operative Mitarbeiter oder andere Personen nicht für ihre Handlungen, Unterlassungen oder Entscheidungen, die ihrer Erfahrung und Ausbildung entsprechen, bestraft werden, aber grobe Fahrlässigkeit, vorsätzliche Verstöße und destruktives Handeln nicht toleriert werden.“<sup>43</sup>

International ist Redlichkeitskultur als Teil einer weitergefassten positiven Sicherheitskultur als wichtiger Bestandteil der Flugsicherheitsarbeit anerkannt. Über ICAO Annex 19 und ICAO Doc 9859 wird ihr ein prominenter Platz im Rahmen des Sicherheitsmanagements eingeräumt und in Europa ist sie als Grundlage für ein verlässliches Sicherheitsmanagementsystem in der Verordnung (EU) Nr. 376/2014 verbindlich verankert. Jede Fluggesellschaft legt dabei in Koordination mit ihren Personalvertretern (Betriebsrat des fliegenden Personals) selbst fest, wie

---

<sup>42</sup> U.S. Department of Transportation (2020). Advisory Circular No 121-43. Mentoring Training for Pilots in Command.

<sup>43</sup> Verordnung (EU) Nr. 376/2014. Artikel 2, Abs. 12

die Grundsätze der Redlichkeitskultur in ihrem Unternehmen gewährleistet und umgesetzt werden, abschließend genehmigt durch die jeweilige Aufsichtsbehörde.

Der Begriff Redlichkeitskultur beinhaltet eine ehrliche und offene Kommunikation, wobei redlich als „rechtschaffen, aufrichtig, ehrlich und verlässlich“ definiert wird.<sup>44</sup> Für diese Form der Kommunikation bedarf es eines effektiven Meldesystems, welches die sich anvertrauende Person schützt und eine Informationsweitergabe und Verarbeitung ermöglicht. Grundlagen eines solchen Meldesystems sind Vertraulichkeit, Effektivität bei der Bearbeitung von Meldungen, brauchbares Feedback und wahrnehmbarer Nutzen. Der Fokus liegt dabei auf inhaltlichen Informationen und nicht auf der Identität von Meldenden, wobei das Verhalten unabhängig von dessen Auswirkungen beurteilt wird.

### **Bewertung**

Die Umsetzung der Redlichkeitskultur ist förderlich für die Sicherheitskultur und das Sicherheitsmanagement eines Unternehmens, weil dadurch ein Anreiz für das freiwillige Melden von Vorfällen geschaffen und die proaktive Flugsicherheitsarbeit unterstützt wird. Der Umgang mit der Redlichkeitskultur durch Behörden, Justiz und Unternehmen hat dabei Einfluss auf die Ausprägung der Sicherheitskultur einer Fluggesellschaft.

Auf Behördenebene erkennt die VC aktuell einen positiven Trend zur Einhaltung der Prinzipien der Redlichkeitskultur. Die Beibehaltung dieses Trends verspricht einen positiven und nachhaltigen Einfluss auf die Meldekultur, einhergehend mit einer besseren Ausgangslage für proaktives Sicherheitsmanagement auf allen Ebenen.

Prinzipien von Just Culture sind nicht vollständig auf das Rechtssystem eines Staates übertragbar, da im Rechtssystem auch die Konsequenz eines Fehlers und nicht nur das Verhalten gewürdigt wird. Eine zivil- und strafrechtliche Verfolgung von Fehlern hat jedoch einen negativen Einfluss auf das Meldeverhalten. Vor diesem Hintergrund ist es eine positive Entwicklung, dass sich auch die Justiz zunehmend der Anwendung von Redlichkeitskultur öffnet und ein Verständnis für den Unterschied zwischen grober Fahrlässigkeit, vorsätzlichen Verstößen und destruktivem Handeln geschaffen wird. Diesbezüglich wurden in den letzten Jahren europaweit Justizvertreter geschult und die Anwendung von Redlichkeitskultur anhand realer Fallbeispiele besprochen.

Die vorherrschende Unternehmenskultur bestimmt das Meldeverhalten von Cockpitbesatzungen zusätzlich. Die Meldetrends aus einigen Luftfahrtbereichen der letzten Jahre lassen darauf schließen, dass eine Redlichkeitskultur auch hier noch nicht vollständig etabliert ist.

### **Empfehlung**

Es wird im Sinne der Verordnung (EU) Nr. 376/2014 angeregt, das Verbot der Nutzung von Ereignismeldungen als Beweismittel gegen Meldende in Verwaltungs- und Disziplinarverfahren konsequent anzuwenden und auf zivil- oder strafrechtliche Verfahren auszuweiten, um das proaktive Sicherheitsmanagement zu fördern.

---

<sup>44</sup> Duden Online-Wörterbuch. <https://www.duden.de/suchen/dudenonline/redlich>, Definition 1, Abruf 27.03.2020

Darüber hinaus wird eine wiederkehrende Schulung aller Stakeholder, insbesondere des Leitungs- und Managementpersonals, in Bezug auf die Vorteile einer Redlichkeitskultur im Rahmen proaktiver Flugsicherheitsarbeit und die Auswirkungen potenziell negativer Einflüsse darauf empfohlen.

#### 4.5.2 Meldewesen Airprox

Ein effizientes und vertrauliches Meldewesen in der Luftfahrt unter Einbeziehung von Flugbetrieben, Organisationen und Behörden soll ein Umfeld schaffen, das im Sinne einer positiven Sicherheitskultur zur Flugunfallverhütung beiträgt. In Deutschland gibt es für verschiedene Vorfällearten und Luftverkehrsteilnehmer unterschiedliche Empfänger für Meldungen, z.B. LBA, BFU, BAF, militärische Stellen und die APEG (Air Proximity Evaluation Group). Für die zivile Luftfahrt nimmt das LBA dabei im Austausch mit der BFU und dem BAF eine zentrale Rolle ein.

Die APEG wird auf Empfehlung der ICAO<sup>45</sup> speziell für die Bewertung von gefährlichen Annäherungen im Luftverkehr eingesetzt. Die deutsche APEG ist ein beim BAF angesiedeltes Expertengremium zur Analyse von Luftfahrzeugannäherungen (Airprox). Basierend auf den Analysen werden Ereignisse bewertet und Empfehlungen zur Aufrechterhaltung und Verbesserung der Flugsicherheit ausgesprochen. Im Gegensatz zu Meldungen von gefährlichen Annäherungen an das LBA und die BFU<sup>46</sup> sind Meldungen an die APEG nicht verpflichtend.<sup>47</sup> Aufgrund des fehlenden Austauschs von Meldungen mit anderen Behörden ist die APEG auf das freiwillige Einsenden von Berichten angewiesen.

#### Bewertung

Die Einrichtung einer APEG auf nationaler Ebene gilt als positiver Beitrag auf dem Weg zur kontinuierlichen Verbesserung der Flugsicherheit. Die Bedingungen, unter denen das Gremium in Deutschland seine Aufgaben wahrnimmt, schränken eine effektive Arbeit jedoch ein und werden als nicht zielführend gesehen:

- Da das BAF auch für die Bearbeitung und Verfolgung von Ordnungswidrigkeitsverfahren im Luftverkehr zuständig ist, wird die dortige Ansiedlung der APEG als problematisch betrachtet. Airprox Ereignisse werden so ggf. aus Angst vor der Verwendung in Ordnungswidrigkeitsverfahren nicht gemeldet.
- Durch den fehlenden Austausch zwischen Behörden und APEG ist nicht sichergestellt, dass alle relevanten Meldungen in die Analyse und die daraus resultierenden Empfehlungen zur Vermeidung gefährlicher Annäherungen einfließen.

---

<sup>45</sup> ICAO (2016). Doc 4444. Air Traffic Management. Sixteenth Edition, Kapitel 16.3.2

<sup>46</sup> Luftverkehrs-Ordnung (LuftVO) § 7 und § 9

<sup>47</sup> AIP Germany ENR 1.14 und Nachricht für Luftfahrer 1-915-16

- Über den geringen Bekanntheitsgrad und das Fehlen moderner Übermittlungswege für freiwillige Meldungen<sup>48</sup> gehen weitere relevante Meldungen verloren.

In Kombination werden die o.a. Aspekte als kritisch bewertet, weil dadurch das Lernen aus Fehlern oder Erfahrungen Einzelner sowie die Möglichkeit zum Identifizieren von Gefahren eingeschränkt wird. Dies wiederum kann Auswirkungen auf die Effektivität von Empfehlungen der APEG haben.

### **Empfehlung**

Für eine effektive Arbeit der APEG mit dem alleinigen Ziel der Erhöhung der Flugsicherheit unter Berücksichtigung der Just Culture Prinzipien wird ihre Integration bei einer unabhängigen Bundesbehörde empfohlen. Potenzielle Zielkonflikte können so vermieden werden (Ordnungswidrigkeit vs. Flugsicherheit).

Unabhängig davon wird eine automatische Weiterleitung von Airprox-Meldungen<sup>49</sup> durch das LBA an die APEG angeregt, um sicherzustellen, dass alle Ereignisse unter Einhaltung absoluter Vertraulichkeit und Anonymisierung von Daten in die Analyse einfließen können. Eingebettet in einen regelmäßigen Austausch zwischen LBA, BFU, BAF und APEG ermöglichen diese Maßnahmen darüber hinaus auch das Nutzen von Synergieeffekten.

Da das hohe Sicherheitsniveau der Luftfahrt in großem Maße auf freiwilligen Meldungen basiert, sollte die Thematik bei den von der Meldepflicht ausgenommenen Luftverkehrsteilnehmern zur Steigerung des Bekanntheitsgrads und der Anzahl freiwilliger Meldungen aktiv beworben werden. Zeitgemäße und nutzerfreundliche Übermittlungswege (Apps, mobiltelefonoptimierte Internetseiten) könnten die Bereitschaft zur Meldung zusätzlich positiv beeinflussen.

### **4.5.3 Airborne Image Recorders**

Airborne Image Recorders (AIR) sind Bildaufzeichnungsgeräte, die Vorgänge im Cockpit dokumentieren sollen. Je nach Ausführung zeichnen diese Geräte lediglich Ausschnitte des Cockpits oder das gesamte Cockpit inklusive der Besatzung auf. Durch die Installation dieser Geräte wird seitens der ICAO ein Mehrwert für die Flugsicherheit bei der Auswertung von Unfällen gesehen.<sup>50</sup>

### **Bewertung**

Eine signifikante Verbesserung durch den Einbau von AIR für die Flugunfalluntersuchung ist nicht zwangsläufig sichergestellt. Dies beruht u.a. darauf, dass eine korrekte Interpretation von Aufnahmen aus dem Cockpit nicht gewährleistet ist und subjektiven Eindrücken von Flugunfalluntersuchern unterliegen kann.<sup>51</sup> Die Festlegung der Unfallursachen kann durch Fehlinterpretation so beeinflusst werden, dass die eigentlichen Ursachen ggf. ungeklärt bleiben. Selbst bei korrekter Interpretation wird der Mehrwert für die Flugsicherheit angesichts der

---

<sup>48</sup> betrifft von der Meldepflicht gemäß Verordnung (EU) Nr. 376/2014 ausgenommene Luftverkehrsteilnehmer von Luftfahrzeugen gemäß Anhang II der Verordnung (EG) 216/2008.

<sup>49</sup> Schwere Störung gemäß Verordnung (EU) Nr. 996/2010.

<sup>50</sup> ICAO (2016). A39-WP/307.

<sup>51</sup> UK CAA (2006). CAP 762.

geringen Flugunfallzahlen und vor dem Hintergrund eines potenziellen Missbrauchs (z.B. Verletzung des Persönlichkeitsschutzes) der Aufnahmen als gering eingestuft.

### **Empfehlung**

Vor einer Nutzung in Luftfahrzeugen sollte die Effektivität von AIR bei der Flugunfalluntersuchung nachgewiesen sowie der Missbrauch von AIR Aufnahmen ausgeschlossen werden.

## **4.6 Gesundheit und Berufsumfeld**

Für eine hohe Leistungsfähigkeit in einem komplexen Arbeitsumfeld ist die gesundheitliche Verfassung von Körper und Geist elementar. Abweichungen vom optimalen Gesundheitszustand wirken sich u.a. auf die Konzentrationsfähigkeit und Aufmerksamkeit von Menschen aus, was einen direkten Einfluss auf die Flugsicherheit haben kann. Die physische und psychische Gesundheit sowie das Berufsumfeld spielen deshalb für die Wahrung der Flugsicherheit eine entscheidende Rolle.

### **4.6.1 Kontaminierte Kabinenluft**

Die Atemluft an Bord moderner Verkehrsflugzeuge wird aus den Triebwerken oder der Hilfsturbine im Heck des Luftfahrzeuges in Form von Zapfluft entnommen und dazu verwendet, den Kabinendruck herzustellen bzw. die Kabine am Boden zu heizen oder zu kühlen. Diese Luft wird nicht gefiltert und kann dadurch Verunreinigungen von Triebwerks- und Hydraulikölen, Kerosin sowie Enteisungsflüssigkeiten enthalten. Insbesondere beim Versagen von Dichtungen im Triebwerk kann es zu sogenannten „Fume Events“ kommen, bei denen die Verunreinigungen oft visuell oder durch Geruch wahrgenommen werden können. Weitere Ursachen für Fume Events beinhalten u.a. die Überfüllung der Triebwerks- oder Hydraulikölreservoirs und Enteisungsvorgänge. Technisch bedingt unvermeidbar gelangen darüber hinaus auch während des normalen Betriebs Kleinstmengen an Triebwerksöl in die Atemluft.<sup>52</sup>

Eine Ausnahme zum oben beschriebenen System stellt die Boeing 787 dar, bei der die Umgebungsluft separat mit einem elektrischen Kompressor verdichtet wird, ohne Zapfluft aus dem Triebwerk zu verwenden. Dieses System war bis in die 1960er Jahre Designstandard.

Zahlreiche Vorfälle und wissenschaftliche Studien bestätigen die Problematik kontaminierter Kabinenluft. Die BFU hat diesbezüglich eine Studie veröffentlicht, in der die Häufigkeit von Fume Events sowie die Gefährdung der Sicherheit im Luftverkehr durch zum Teil Schwere Störungen adressiert wird.<sup>53</sup>

---

<sup>52</sup> Cranfield (2011). Aircraft Cabin Air Sampling Study; Institute of Environment and Health Cranfield University. <https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/handle/1826/5305> Abruf 27.03.2020.

<sup>53</sup> BFU (2014). Studie Fume-Events. [https://www.bfu-web.de/DE/Publikationen/Statistiken/Tabellen-Studien/Tab2014/Studie\\_Fume\\_Events\\_2014.pdf?blob=publicationFile](https://www.bfu-web.de/DE/Publikationen/Statistiken/Tabellen-Studien/Tab2014/Studie_Fume_Events_2014.pdf?blob=publicationFile) Abruf 27.03.2020.



EU-Verordnungen und Richtlinien verpflichten Hersteller und Betreiber von Verkehrsflugzeugen für den Schutz vor toxischen Stoffen zu sorgen.<sup>54</sup> Dies kann entweder durch Kontaktvermeidung mit schädlichen Substanzen über die Zapfluft – analog zur technischen Umsetzung bei der Boeing 787 – erreicht werden oder durch den Einbau von Filtern.<sup>55</sup> Ein einsetzbares Filtersystem ist bereits in Entwicklung und soll im Laufe des Jahres 2020 verfügbar sein.

Ausländische Untersuchungsbehörden haben sowohl die Luftfahrtindustrie als auch die EASA in Untersuchungsberichten zusätzlich bereits mehrfach aufgefordert, entsprechende Sensoren zur Detektion giftiger Stoffe einzubauen.<sup>56</sup>

### **Bewertung**

Aufgrund der großen Zahl an Zwischenfällen mit kontaminierter Kabinenluft und den damit verbundenen gesundheitlichen Gefahren für Passagiere und Besatzungen sieht die VC ein erhöhtes Risiko und dringenden Handlungsbedarf.

Da sowohl einzelne Vorfälle als auch die regelmäßige Exposition gegenüber kleinen Mengen von toxischen Substanzen die Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Besatzungen schädigen und beeinträchtigen kann<sup>57</sup>, geht die größte Gefahr für die Flugsicherheit von einer potenziellen Handlungsunfähigkeit der Cockpitbesatzung aus. Dies zeigen u.a. mehrere als Schwere Störung eingestufte Vorfälle mit kontaminierter Kabinenluft, bei denen Cockpitbesatzungen das Luftfahrzeug nur unter Verwendung von Sauerstoffmasken sicher landen konnten.<sup>58</sup>

Die aktuellen Fassungen der relevanten EASA Certification Specifications (z.B. CS-25/-APU/-E) werden als nicht ausreichend bewertet. Darüber hinaus wird die Umsetzung der aktuellen gesetzlichen Bestimmungen zur Gewährleistung des Schutzes von Passagieren und Besatzungsmitgliedern als mangelhaft angesehen, da offensichtlich weder die Überwachung der Luftqualität noch die Erkennung von toxischen Stoffen in der Kabinenluft in die gemäß CS-25<sup>59</sup> geforderte Risikobewertung einfließen.

### **Empfehlung**

Kurzfristig empfiehlt die VC den Einbau von Filtern und Sensoren zum Schutz vor Kontamination der Kabinenluft, einhergehend mit einer Anpassung der EASA CS. Damit soll ein potenzieller

---

<sup>54</sup> EASA CS-25; EU Directive 98/24/EC

<sup>55</sup> EU Directive 89/391/EEC: „Hierarchy of controls“

<sup>56</sup> AAIB (2007). Bulletin 4/2007, EW/C2005/08/10, UK Department for Transport.

[https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5422fb8c40f0b613460008df/Bombardier\\_DHC-8-400\\_G-JECE\\_04-07.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5422fb8c40f0b613460008df/Bombardier_DHC-8-400_G-JECE_04-07.pdf) Abruf 27.03.2020.

AAIB (2009). Bulletin 6/2009, EW/C2006/10/08. UK Department for Transport. Abruf 27.03.2020.

VERSA (2016). Untersuchungsbericht Schwere Störung mit dem Luftfahrzeug der Type Bombardier DHC-8-402 am 06.05.2015 um ca. 10:54 Uhr UTC im Gemeindegebiet von Schwechat sowie Bezirk Wien-Umgebung [http://avherald.com/files/bmvit\\_86.069\\_abschlussbericht.pdf](http://avherald.com/files/bmvit_86.069_abschlussbericht.pdf) Abruf 27.03.2020.

<sup>57</sup> Harrison, V. et al. (2015). An emerging concern: Toxic fumes in airplane cabins.

<http://oro.open.ac.uk/45185/8/45185.pdf> Abruf am 27.03.2020.

Burdon, J. et al. (2005). Lung injury following hydrocarbon inhalation in BAe 146 aircrew. Journal of occupational Health and Safety NZ, 21(5), S. 450-454.

<sup>58</sup> BFU (2014). Studie Fume-Events. [https://www.bfu-web.de/DE/Publikationen/Statistiken/Tabellen-Studien/Tab2014/Studie\\_Fume\\_Events\\_2014.pdf?blob=publicationFile](https://www.bfu-web.de/DE/Publikationen/Statistiken/Tabellen-Studien/Tab2014/Studie_Fume_Events_2014.pdf?blob=publicationFile) Abruf 27.03.2020.

<sup>59</sup> EASA CS-25.

Unfall durch Handlungsunfähigkeit von Cockpitbesatzungen verhindert und gleichzeitig die Gesundheit von Passagieren und Besatzungsmitgliedern geschützt werden.

Langfristig sollten Luftfahrzeughersteller wieder zu zapfluftfreien Systemen zurückkehren, um Vorfälle mit kontaminierter Kabinenluft technisch auszuschließen.

Weiterhin empfiehlt die VC die Erforschung entstandener gesundheitlicher Schäden durch kontaminierte Kabinenluft, um zukünftig zielgerichtete therapeutische Maßnahmen für Betroffene durchführen zu können. Eine offizielle Anerkennung als Berufskrankheit ist aufgrund der vorliegenden Forschungsergebnisse in Bezug auf einen gesundheitlichen Zusammenhang aus Sicht der VC dringend erforderlich.<sup>60</sup>

## 4.6.2 UV-A-Strahlung

UV-Strahlung ist ein Teil des nichtsichtbaren Sonnenlichtspektrums. UV-A- und UV-B-Strahlung werden durch die Atmosphäre zum Teil absorbiert und nehmen mit steigender Flughöhe um etwa 15 % pro 1.000 m zu. Reflexionen an der Oberseite von Wolken oder anderen geeigneten Flächen (z.B. Schnee, Wasser) erhöhen die Strahlungsintensität zusätzlich.

Cockpitscheiben absorbieren Teile der UV-Strahlung. Sie filtern die kurzen Wellenlängen (bis ca. 320 nm, d.h. UV-B) nahezu komplett, werden aber mit zunehmender Wellenlänge (UV-A und sichtbares Licht) durchlässiger. Diese Filterwirkung ist nicht nur vom Luftfahrzeugtyp abhängig, sondern kann sogar in einem einzelnen Luftfahrzeug von Scheibe zu Scheibe variieren. Die jeweiligen Transmissionspezifikationen sind meist nicht oder nur schwer zu ermitteln.

Licht mit Wellenlängen jenseits des sichtbaren Blaus kann bleibende Schäden an Augen und Haut verursachen. Hierzu zählen u.a. Keratosen, Hautkrebs und grauer Star. Flugbesatzungen sind bei Sonneneinstrahlung grundsätzlich exponiert, wobei die Intensität von Jahres-, Tageszeit und geografischer Position abhängt.<sup>61</sup> Zum Vergleich: Eine einstündige Flugzeit in 9.000 m Flughöhe entspricht einer vergleichbaren Exposition von 20 Minuten Solarium.<sup>62</sup>

### Bewertung

Die UV-Strahlenexposition stellt ein oft verkanntes und dauerhaftes Gesundheitsrisiko für Flugbesatzungen dar. Dies ist u.a. dadurch bedingt, dass keine unmittelbar erkennbaren Folgen wie Sonnenbrand auftreten, sondern sich Schädigungen oftmals erst nach einigen Jahren zeigen.

---

<sup>60</sup> Harrison, V. et al. (2015). An emerging concern: Toxic fumes in airplane cabins. <http://oro.open.ac.uk/45185/8/45185.pdf> Abruf am 27.03.2020.

Burdon, J. et al. (2005). Lung injury following hydrocarbon inhalation in BAe 146 aircrew. *Journal of occupational Health and Safety NZ*, 21(5), S. 450-454.

<sup>61</sup> Institut für medizinische Klimatologie der Christan-Albrechts-Universität Kiel (2015). <https://www.uni-kiel.de/med-klimatologie/intro.html> Abruf 30.03.2020.

<sup>62</sup> Sanlorenzo, M. et al. (2015). The risk of melanoma in pilots and cabin crew: UV measurements in flying airplanes

## Empfehlung

Um das Bewusstsein aller Beteiligten über die Gefährdung durch Strahlenexposition zu erhöhen, ist eine detaillierte Aufklärung hinsichtlich der Gesundheitsrisiken und Schutzmaßnahmen notwendig.

Arbeitgeber sollten auf Grundlage der arbeitsmedizinischen Vorsorgeverordnung entsprechende Vorsorgeuntersuchungen im Rahmen der UV-Strahlenexposition anbieten.

Weiterhin sollten unzureichend schützende Cockpitscheiben nach § 4 Arbeitsschutzgesetz (TOP-Prinzip)<sup>63</sup> ausgetauscht werden. Alternativ sind Maßnahmen zur Erhöhung der Schutzeigenschaften zu ergreifen. Organisatorisch wären geringere Flughöhen und die Vermeidung von Mehrflugstunden in strahlungsintensiven Monaten denkbar. Als geeignete persönliche Schutzmaßnahmen sollten darüber hinaus Sonnenschutzmittel, Bekleidung und Sonnenbrillen zur Verfügung gestellt werden.

Um einen Überblick über die tatsächliche Durchlässigkeit von Cockpitscheiben zu schaffen, empfiehlt die VC Transmissionsmessungen an allen verwendeten Cockpitscheiben, soweit Spezifikationen der Hersteller und entsprechende Kennzeichnungen nicht vorhanden sind.

### 4.6.3 Ionisierende Strahlung

Flugzeugbesatzungen gehören zu der Berufsgruppe mit den höchsten Expositionen durch ionisierende Strahlung. Obwohl sie lediglich ca. 10 % der beruflich strahlenexponierten Personen in Deutschland ausmachen, erhalten sie 66 % der Kollektivdosis.<sup>64</sup> Quellen dieser Strahlung sind hochenergetische Partikel oder Strahlen solaren oder galaktischen Ursprungs. Darüber hinaus können Flugzeugbesatzungen hohen Gammastrahlungsdosen durch Blitzschlag ausgesetzt sein. Weiterhin stellen radioaktive Freisetzungen bei Notfällen in kerntechnischen Anlagen ein Expositions- sowie Kontaminationsrisiko dar. Die gesundheitlichen Auswirkungen dieser Exposition resultieren hauptsächlich in Langzeitschäden (z.B. Tumore, Leukämie, Erbgutschäden).

Die kosmische Strahlendosis variiert mit der Sonnenaktivität und nimmt sowohl mit der Flughöhe als auch mit der geografischen Breite zu. Derzeit wird die Dosis mithilfe von mathematischen Modellen ermittelt, wobei eine Messung der tatsächlichen Dosis nicht durchgeführt wird. Dabei fließen weder solare Ereignisse noch Blitzschläge in das Dosisregister ein.

Bei der Flugwegplanung werden Strahlenschutzaspekte aktuell nicht berücksichtigt. Von dosisrelevanten solaren Ereignissen erfahren Flugzeugbesatzungen oftmals erst im Nachhinein.

---

<sup>63</sup> „Gemäß § 4 Arbeitsschutzgesetz müssen Gefahren immer direkt an der Quelle beseitigt oder entschärft werden. Wo dies allein nicht zum Ziel führt, müssen Sie ergänzende organisatorische und personenbezogene Maßnahmen - in dieser Reihenfolge - ergreifen.“ <http://www.arbeitsschutz-kmu.de/topprinzip.htm> Abruf 30.03.2020.

<sup>64</sup> Bundesamt für Strahlenschutz (2019). [https://www.bfs.de/DE/themen/ion/strahlenschutz/beruf/methodik/fliegendes-personal.html;jsessionid=A43845246B865D0070BA7A2A2223B775.2\\_cid391](https://www.bfs.de/DE/themen/ion/strahlenschutz/beruf/methodik/fliegendes-personal.html;jsessionid=A43845246B865D0070BA7A2A2223B775.2_cid391) Abruf 31.03.2020.

## Bewertung

Grundsätzlich gibt es keine unschädliche Dosis ionisierender Strahlung. Jeder Mensch ist der Wirkung ionisierender Strahlen in seiner Umwelt ausgesetzt. Bereits eine geringe Erhöhung der Belastung reicht aus, um das Leukämie- und Lymphomrisiko auf Dauer zu erhöhen. Entgegen gängiger Annahmen gibt es dabei offenbar keine Untergrenze und eine anhaltende Niedrigdosis wirkt genauso krebserregend wie eine einzige höhere Akutbelastung.<sup>65</sup>

Derzeit wird zur Berechnung der Strahlenexposition des fliegenden Personals ein Reduktionsfaktor (Dose and Dose-Rate Effectiveness Factor - DDREF) von 2 benutzt. D.h., dass die berechnete effektive Dosis um den Faktor 2 im Vergleich mit der Umgebungsdosis reduziert wird. Nach Erkenntnissen der deutschen Strahlenschutzkommission bestehen Zweifel, ob der für die Dosisberechnung benutzte DDREF von 2 wissenschaftlich gehalten werden kann.<sup>66</sup> Dies würde bedeuten, dass die Dosis des fliegenden Personals derzeit um den Faktor 2 unterschätzt wird.

## Empfehlung

Im Rahmen des Strahlenschutzes ist das Messen der tatsächlichen Strahlenbelastung grundsätzlich einer Berechnung gemäß mathematischen Modellen vorzuziehen. Die VC empfiehlt daher, die ionisierende Strahlungsdosis über Dosimeter zu erfassen, um u.a. eine Warnung für Besatzungen bei plötzlicher Dosiserhöhung generieren zu können.

Für die Flugplanung und -durchführung sowie für das Informationsmanagement sollte Folgendes beachtet werden:

- Die zu erwartende Dosis ionisierender Strahlung sollte im Vorfeld berechnet und auf dem Operational Flight Plan (OFP) ausgewiesen werden, analog zu Zeit- und Treibstoffberechnungen für alternative Flughöhen.
- Die Flugwegplanung sollte nicht nur Minimum-Time/Fuel/Cost-Optimierungen, sondern auch eine Dosisminimierung enthalten.
- Space Weather Informationen sollten Dispatchern und Cockpitbesatzungen vor und während des Fluges zur Verfügung gestellt werden.
- Verfahren für solare Ereignisse sollten proaktiv festgelegt werden, um ungeordneten Verhältnissen (z.B. unkoordiniertes Tieferfliegen, Ausfall von Funkverbindungen) vorzubeugen.
- Bei kerntechnischen Notfällen sollen den Ausweichrouten/-flughöhen Ergebnisse von realistischen Ausbreitungsmodellen zugrunde gelegt werden.

Für die Grundausbildung von Cockpitbesatzungen und Dispatchern wird das Vermitteln von Strahlenschutzinhalten sowie regelmäßige Unterweisungen gemäß Strahlenschutzverordnung<sup>67</sup> empfohlen.

---

<sup>65</sup> Leurauf, K. et al. (2015). Ionising radiation and risk of death from leukaemia and lymphoma in radiation-monitored workers (INWORKS): An international cohort study.

<sup>66</sup> Strahlenschutzkommission (20.04.2007).

[https://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse/2007/Krebsrisiko\\_Berufslebensdosis.html](https://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse/2007/Krebsrisiko_Berufslebensdosis.html)

Abruf 31.03.2020.

<sup>67</sup> Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) § 63

Darüber hinaus empfiehlt die VC, den DDREF nicht anzuwenden und bei der Einsatzplanung auf eine Gleichverteilung der Strahlenexposition innerhalb des fliegenden Personals zu achten.

#### 4.6.4 Familie und Beruf

Diverse Gesetze und Verordnungen<sup>68</sup> stellen eine Grundlage für die Vereinbarkeit von Familie und Beruf dar. Bezogen auf die zivile Luftfahrt hat die EU in der Verordnung (EU) 2018/1139 in Artikel 89 eine Verpflichtung aufgenommen, Zusammenhängen zwischen der Flugsicherheit in der Zivilluftfahrt und den damit verbundenen sozioökonomischen Faktoren Rechnung zu tragen und die daraus resultierenden Risiken für die Zivilluftfahrt anzugehen.

Die sozioökonomischen Faktoren in der Zivilluftfahrt setzen sich aus dem Zusammenspiel zwischen Familie und Beruf zusammen. Dabei hat sich das Gesicht von Familien im Laufe der Jahre verändert, was sich u.a. daran zeigt, dass immer mehr Väter Elternzeit beantragen, der Anteil an Patchworkfamilien zunimmt und dass auch die Pflege von Angehörigen als Teil des Familienlebens bewältigt werden muss. Dem gegenüber stehen hohe Belastungen für fliegendes Personal, die lange Dienstage, Zeitverschiebungen, klimatische Unterschiede, kurze Ruhezeiten und Lärm umfassen. Dazu kommen kurzfristig geplante Einsätze und untermonatige Änderungen in Einsatzplänen.

Die Kombination dieser Faktoren hat Einfluss auf die menschliche Leistungsfähigkeit, die wiederum eine wichtige Rolle in der Flugsicherheit spielt, was auch aus vielen Flugunfall- und Zwischenfalluntersuchungen eindeutig hervorgeht.

#### **Bewertung**

Die derzeit gültigen gesetzlichen Bestimmungen in Bezug auf Vereinbarkeit von Familie und Beruf werden als nicht ausreichend bewertet, um fliegendem Personal eine optimale Vereinbarkeit von Familie und Beruf zu ermöglichen.

Darüber hinaus wird Verordnung (EU) 2018/1139 aus Sicht der VC noch nicht umfassend in allen Flugbetrieben umgesetzt, um sozioökonomischen Faktoren ausreichend Rechnung zu tragen. Dies zeigt sich u.a. an:

- fehlender Unterstützung aus Flugbetrieben, wobei fliegendes Personal oft auf die Umsetzung und Einhaltung bestehender Vorschriften bestehen muss.
- der nicht immer gegebenen Möglichkeit zur Fixierung freier Tage für die Betreuung von Kindern oder Pflegebedürftigen.
- fehlenden und meist auch befristeten Teilzeitmodellen bzw. befristeten Arbeitsverträgen, die eine langfristige Planung erschweren.
- der vom Arbeitgeber geforderten Flexibilität, die sich mit der in Familien nötige Flexibilität addiert und so zu einer stets hohen Grundlast führt.

---

<sup>68</sup> siehe PflegeZG, BEEG, TzBfG und BUrlG.

## **Empfehlung**

Um die Vereinbarkeit von Familie und Beruf auch in der Zivilluftfahrt voll umfänglich zu gewährleisten und den Einfluss sozioökonomischer Faktoren auf die menschliche Leistungsfähigkeit auf ein vertretbares Maß zu reduzieren, ist eine zeitnahe Umsetzung aller relevanten gesetzlicher Bestimmungen notwendig.

Darüber hinaus wird empfohlen, die aktuellen gesetzlichen Bestimmungen auf ihre Effektivität hin zu überprüfen und ggf. entsprechend anzupassen.

### **4.6.5 Grenzachtender Umgang**

Der in der Bedeutung allgemeinere Begriff „Grenzachtender Umgang“ geht über den Begriff „Sexuelle Belästigung“ hinaus. Er beschreibt individuell gezogene und empfundene Grenzen, bei denen auch bereits viele unscheinbare alltägliche zwischenmenschliche Gesten oder Aussagen als Grenzüberschreitung erlebt werden können. Grundsätzlich können Belästigungen in drei Formen unterschieden werden:

- Grenzüberschreitung: Vorfälle, bei denen Personen mit ihrem Verhalten bei anderen unbeabsichtigt eine Grenze überschreiten, ohne sich dessen bewusst zu sein.
- Übergriff: Vorfälle, bei denen Personen grenzverletzendes Verhalten trotz Ermahnung und Korrektur wiederholen.
- Strafrechtlich relevanter Missbrauch: Vorfälle, bei denen Personen Körperverletzung, sexuelle Nötigung und Beleidigung oder Missbrauch und/oder Erpressung begehen.

Grenzüberschreitungen und Übergriffe können verbal oder auch körperlich geschehen, wobei in Teilen gezielt ausgetestet wird, wie weit gegangen werden kann.

Das Deutlichmachen und Einhalten individueller Grenzen hat mit Blick auf die Flugsicherheit vor allem in der Cockpitumgebung einen großen Stellenwert, weil hier auf sehr engem Raum, jeweils in der Schutzzone des anderen - über einen sehr langen Zeitraum - äußerst konzentriert gearbeitet werden muss und sicherheitsrelevante Entscheidungen anstehen.

Obwohl Organisationen Belästigungen im o.g. Sinn nicht tolerieren und dies auch so kommunizieren, kommt es immer wieder zu Grenzüberschreitungen in und außerhalb der Cockpitumgebung.

## **Bewertung**

Grenzüberschreitender Umgang kann einen nachhaltigen negativen Einfluss auf die Flugsicherheit haben, weil dadurch die Fokussierung auf die eigentlichen Aufgaben im Cockpit, je nach Intensität und Art der Belästigung, erheblich erschwert werden kann. Eine effektive, effiziente und vertrauensvolle Zusammenarbeit wird unter diesen Umständen fraglich, da die mentale Kapazität z.B. durch einen Übergriff gebunden ist und für die Flugdurchführung nicht mehr zur Verfügung steht. Die in der Luftfahrt geforderte und benötigte Redundanz, die für die sichere Flugdurchführung in einer Hochrisikoindustrie unabdingbar ist, ist dann u.U. nicht mehr vorhanden.

Auch außerhalb der Cockpitumgebung kann Grenzüberschreitender Umgang auf die Flugsicherheit wirken, wenn z.B. Grenzüberschreitungen während eines Umlaufs in der Frei- und Ruhezeit stattfinden. Auch diese belasten die Zusammenarbeit im Cockpit, vergleichbar mit Vorfällen im Flugzeug bei den darauffolgenden Flugeinsätzen.

Darüber hinaus kann fortwährender grenzüberschreitender Umgang im schlimmsten Fall zum Abbruch der Ausbildung, bzw. zeitweiser Fluguntauglichkeit durch massive psychische Belastung führen.

Das Festlegen eines Verhaltenskodex als alleinige Maßnahme wird seitens VC vor den o.a. Bewertungen als nicht ausreichend erachtet.

### **Empfehlung**

Um grenzüberschreitendes Verhalten und dessen potenzielle persönliche und flugsicherheitsrelevante Auswirkungen auf ein Minimum reduzieren und möglichst ausschließen zu können, werden Schulungen in Bezug auf grenzachtenden Umgang für Besatzungen und Ausbildungsabteilungen seitens der Flugbetriebe empfohlen. Die Schulungen sollten unter Einbeziehung der Managementebenen erfolgen, da die Vorbildfunktion der Managementebene als maßgeblicher Faktor für eine Kultur des respektvollen und grenzachtenden Umgangs gesehen wird.

Für die Bestimmung des Status Quo wird für zukünftige Safety Culture Surveys von Organisationen die Aufnahme der Thematik „Grenzachtender Umgang“ angeregt.

Zusätzlich sollten kompetente Ansprechpartner für Betroffene aus der entsprechenden Funktionsgruppe zur Verfügung stehen, um vermittelnd tätig werden zu können. Pro Forma Ansprechpartner, z.B. aus der Personalabteilung, sind dabei zu vermeiden.

## **4.7 Airport, Ground and Environment**

Neben den für die Flugdurchführung erforderlichen Dienstleistungen (siehe Kapitel 4.2 Air Traffic Services) sind die vorhandene Infrastruktur sowie etablierte Prozesse zur Aufrechterhaltung und Verbesserung der Flugsicherheit an Flughäfen weltweit von enormer Bedeutung, einhergehend mit speziellen flugsicherheitsrelevanten Herausforderungen. Der Einsatz existierender oder neuer Technologien und Mittel sowie der gegenseitige Austausch zwischen Stakeholdern stellen dabei gute Möglichkeiten zur Reduzierung von Risiken dar.

### **4.7.1 Runway Incursion**

Unter Runway Incursions werden Vorfälle verstanden, bei denen sich Luft-, Bodenfahrzeuge oder Personen ohne Erlaubnis der Flugsicherung in den Nahbereich von oder auf eine Start- und Landebahn (Runway) begeben. Die häufigsten Ursachen dafür sind menschliche Fehler und unübersichtliche Rollwege, sogenannte Hot Spots, an denen gefährliche Annäherungen oder Unfälle auf Flugbetriebsflächen auftreten können.

Auch wenn die Anzahl der Vorfälle mit einer hohen Risikoeinstufung relativ gering erscheint, erfordern die potenziell katastrophalen Konsequenzen Maßnahmen zur Vermeidung von Runway Incursions. Die Maßnahmen beinhalten Farbmarkierungen am Boden und, weil diese bei Dunkelheit und Nässe schlecht zu erkennen sind, unterschiedliche Beleuchtungssysteme. Dazu zählen zum einen gelb blinkende Runway Guard Lights an der CAT I-Markierung und für den CAT II/III<sup>69</sup> Betrieb durchgehend rot leuchtende Lichter, sog. Stop Bars, die quer über den Aufrollweg verlaufen. Die Position der Stop Bars liegt dabei in größerer Entfernung zur Runway als die CAT I Markierungen. Dadurch soll sichergestellt werden, dass kein Luft- oder Bodenfahrzeug unter schlechten Sichtbedingungen unbeabsichtigt in den geschützten Nahbereich, oder auf die Runway einrollt. Im Gegensatz zum o.g. üblichen Einsatz der Beleuchtungssysteme in Deutschland werden in Österreich Stop Bars unabhängig von vorherrschenden Sichtweiten rund um die Uhr zur Vermeidung von Runway Incursions genutzt.

Eine weitere Einrichtung, die eine letzte Auffanglinie für Runway Incursions bietet, ist die Installation von Runway Status Lights. Dieses automatische System warnt vor einem Befahren, Kreuzen oder einem Start, sollte die Runway bereits durch andere Fahrzeuge oder Luftfahrzeuge genutzt werden bzw. sollten sich Luftfahrzeuge noch im Endanflug befinden. Das System besteht aus Runway Entrance und Takeoff Hold Lights. Runway Entrance Lights sind an Rollwegen installiert, welche die Runway kreuzen, oder zum Aufrollen genutzt werden. Diese leuchten automatisch rot, sollte sich ein Luftfahrzeug auf der Runway befinden oder im Anflug sein. Takeoff Hold Lights befinden sich an der Startposition der Runway und leuchten rot, wenn sich ein Luftfahrzeug oder Fahrzeug auf der Runway befindet.<sup>70</sup>

## **Bewertung**

Beleuchtungssysteme und Markierungen stellen die letzte optische Auffanglinie vor dem unerlaubten Eindringen in diese Bereiche dar. Die derzeit eingesetzten umfangreichen Maßnahmen zur Vermeidung von Runway Incursions erzielen aus unterschiedlichen Gründen nicht die gewünschte Wirkung.

Guard Lights sind vor allem aus kleineren Sportflugzeugen der General Aviation schwer zu erkennen, was die hohe Beteiligung dieser Luftfahrzeuggruppe an Runway Incursions erklären kann.

Die aktuelle Anwendung der Stop Bars an deutschen Flughäfen ausschließlich bei schlechten Sichtbedingungen wird als nicht ausreichende Maßnahme zur Reduzierung von Runway Incursions gesehen, da das vorhandene Sicherheitspotenzial von Stop Bars nicht vollumfänglich genutzt wird. Dem gegenüber werden gut wahrnehmbare und durchgängig genutzte Stop Bars als effektive Maßnahme zur Verringerung des Risikos von Runway Incursions bewertet, da diese auch bei hoher Arbeitsbelastung, schlechter Sicht, niedrigen Cockpithöhen und missverständlicher Kommunikation eine eindeutige und gut sichtbare Grenze bieten, welche nicht überrollt werden darf. Bestätigt wird diese Bewertung durch die Erfahrungen des

---

<sup>69</sup> ICAO (2018). Annex 6, Part I Kapitel 4.2.8.3. Definition CAT I, CAT II und CAT III.

<sup>70</sup> vgl. auch IFALPA (2016). Briefing Leaflet Runway Status Lights.



entsprechenden Einsatzes von Stop Bars in Österreich, resultierend in einer deutlichen Verringerung von Vorfällen.

Als Alternative zu Stop Bars ist auch die Installation von Runway Status Lights geeignet, um das Risiko von Runway Incursions an einem Flughafen zu verringern. Auch hier gibt es klar sichtbare Grenzen mittels roter Lichter vor dem Kreuzen der Runway und zusätzlich am Beginn der Startstrecke.

### **Empfehlung**

Um die Sicherheit im Nahbereich von und auf der Runway an deutschen Flughäfen zu erhöhen, wird eine durchgängige Nutzung von Stop Bars (alternativ Runway Status Lights) empfohlen. Dies steht im Einklang mit den Empfehlungen der ICAO (Annex 14<sup>71</sup>), der IFALPA<sup>72</sup> sowie dem von Eurocontrol erstellten „European Action Plan for the Prevention of Runway Incursions“ (EAPPRI).<sup>73</sup>

Als langfristiges Ziel wird die Einrichtung zusätzlicher Stop Bars an der CAT I-Halteposition empfohlen, um die Sichtbarkeit von Haltepunkten für alle Luftfahrzeugkategorien zu verbessern. Bis dahin wird die durchgängige Nutzung von Stop Bars an der CAT II/III Halteposition als sinnvoll erachtet. Auch hier werden Runway Status Lights als geeignete Alternative gesehen.

Bedingt durch das hohe Risikopotenzial von Runway Incursions sollten weitere Verfahren und technische Entwicklungen (boden- und luftfahrzeugseitig) angestrebt werden, um die Sicherheit im Nahbereich von und auf der Runway weiter zu erhöhen.

### **4.7.2 EMAS**

Unter bestimmten Umständen und Bedingungen wie z.B. zu spätem Aufsetzen des Luftfahrzeuges, abgenutzte Bremsen, Gummiabrieb auf einer nassen Runway und Umwelteinflüsse, die keinen Eingang in die Berechnungen der Cockpitbesetzungen finden, kann es zu einem Überschießen der Runway durch ein Luftfahrzeug kommen. Diese als Overrun bezeichneten Vorfälle treten aus o.g. Gründen oder einer Kombination daraus immer wieder auf.

Zur Reduzierung der Konsequenzen eines solchen Overrun sind gemäß ICAO<sup>74</sup> vor und hinter jeder Runway Sicherheitsbereiche (Runway End Safety Area RESA) vorzusehen. Dieser Sicherheitsbereich beginnt 60 m vor und hinter der Runway, ist doppelt so breit wie die Runway und muss mindestens 90 m, sollte jedoch 240 m, lang sein. Die RESA muss frei von Hindernissen und aus einem tragfähigen Material sein, damit Luftfahrzeuge im Falle eines Overrun unbeschadet zum Stillstand kommen.

Bedingt durch äußere Gegebenheiten, z.B. Topografie, ist die Umsetzung einer RESA in den empfohlenen Dimensionen nicht an allen Flughäfen möglich. Als Alternative zur RESA wurde

---

<sup>71</sup> ICAO (2018). Annex 14 Vol. I, 8<sup>th</sup> Edition. Kapitel 5.3.20, Note 2.

<sup>72</sup> IFALPA Annex 14-IFALPA Policy 5.3.20.1 Stop bars shall be used 24 hrs per day irrespective of the weather conditions. Stop bars shall be installed at all aerodromes where a runway crossing is possible, and provided at every runway-holding position serving a runway, including non-active runways.

<sup>73</sup> EAPPRI V3.0 (2017). S. 8

<sup>74</sup> ICAO (2018). Annex 14 Vol. I, 8th Edition, Kapitel 3.5

deswegen das Engineered Material Arresting System (EMAS) entwickelt. Es besteht aus nicht brennbaren und gegenüber Umwelteinflüssen resistenten Materialien wie Leichtbeton und Glasschaum und soll ein Luftfahrzeug bei einem Overrun sicher zum Stillstand bringen.

Obwohl EMAS seit der EASA Zulassung vermehrt an europäischen Flughäfen installiert werden, sind in den Betriebshandbüchern nur unzureichend Hinweise über deren Benutzung aufgeführt und EMAS lediglich in den Rollkarten für Cockpitbesetzungen eingezeichnet. Ein daraus resultierender möglicher Informationsmangel lässt sich bereits durch Feedback von Cockpitbesetzungen bestätigen.

### **Bewertung**

Die Installation eines EMAS an Flughäfen ohne Möglichkeit einer von der ICAO empfohlenen Dimensionierung der RESA wird als sicherheitsfördernd bewertet, da somit potenzielle Auswirkungen eines Overrun reduziert bzw. eliminiert werden.

Im Gegensatz dazu kann ein Informationsmangel über das Vorhandensein und die Nutzung eines EMAS die Sicherheit reduzieren. Dies resultierte bereits in Situationen, in denen Cockpitbesetzungen einem EMAS ausgewichen sind.<sup>75</sup> Basierend auf einer schlechteren Bremswirkung außerhalb des EMAS sowie dem möglichen Verlust der Richtungskontrolle erhöht sich das Risiko eines Unfalls entsprechend.

Die bisherige EMAS Kennzeichnung ausschließlich auf Rollkarten wird als nicht ausreichend angesehen, da die Entscheidung zur Nutzung des EMAS in anderen Flugphasen unter Zuhilfenahme von An- und Abflugkarten getroffen wird. Die fehlenden Informationen können so zur Reduzierung des Situationsbewusstseins führen.

### **Empfehlung**

Um das Situationsbewusstsein von Cockpitbesetzungen über das Vorhandensein eines EMAS zu gewährleisten, sollten entsprechende Informationen in den allgemeinen Flughafeninformationen und auf den An- und Abflugkarten ersichtlich sein. Zur Darstellung auf den An- und Abflugkarten empfiehlt sich dafür das bereits existierende EMAS Symbol an entsprechender Stelle.

Die VC empfiehlt den Flugbetrieben auf das Vorhandensein eines EMAS in den Tools zur Start- und Landedatenberechnung hinzuweisen. Hier eignet sich eine Darstellung zusätzlich der zum Briefing genutzten Stop-Marge bzw. der nötigen Landedistanz.

Weiterhin sollte das Thema EMAS in die Ausbildung von Cockpitbesetzungen implementiert und ausführliche Informationen in die Handbücher der Fluggesellschaften aufgenommen werden. Dabei empfiehlt sich die Aufnahme der Handlungsempfehlungen aus dem IFALPA Briefing Leaflet.<sup>76</sup>

---

<sup>75</sup> Flight Safety Foundation (24.08.2017). <https://flightsafety.org/asw-article/emas-avoidance/> Abruf 31.03.2020.

<sup>76</sup> IFALPA (2017). Briefing Leaflet EMAS, <https://www.ifalpa.org/media/1996/17agebl01-engineered-materials-arresting-system-emas.pdf> Abruf 31.03.2020.

### 4.7.3 Einbindung von Pilotenvereinigungen in Local Runway Safety Teams

Aufgabe eines Local Runway Safety Team (LRST) ist die Beratung des Flughafenmanagements zu potenziellen Risiken bezüglich der Sicherheit des Start- und Landebahnsystems und die Erarbeitung von Maßnahmen zur Risikominimierung. Themenschwerpunkte umfassen die Aufarbeitung sicherheitsrelevanter Vorfälle (u.a. Runway In-/Excursions) sowie Baumaßnahmen auf dem Flughafengelände.

LRSTs unterstützen darüber hinaus die Sicherstellung der effizienten Kommunikation zwischen Mitarbeitern der Luftverkehrskontrolle, Luftfahrzeugführern und in den Bodenbetrieb involvierten Personengruppen. Weiterhin soll sichergestellt werden, dass die zur Verfügung stehenden Anflugfeuer und optischen Hilfen aus der Luft ausreichend sichtbar und korrekt positioniert sind.

Für die optimale Arbeit profitieren LRSTs vom Informationsaustausch der verschiedenen Vertreter aus allen operationellen Bereichen des Luftverkehrs und deren unterschiedlichen Perspektiven. Darunter fallen gemäß ICAO<sup>77</sup> auch technische Experten von Pilotenvereinigungen. In Anlehnung daran sind Vertreter der VC aktuell an 20 deutschen Flughäfen in LRSTs vertreten.

Mit Verweis auf Verordnung (EU) Nr. 139/2014<sup>78</sup>, in denen technische Experten von Pilotenvereinigungen keine Erwähnung finden, werden Vertreter der VC an weiteren deutschen Flughäfen nicht in die LRSTs eingebunden. Die Sicht von Cockpitbesatzungen wird hierbei gemäß o.a. EU-Verordnung durch Airline-Vertreter sichergestellt, die unmittelbar am Flugbetrieb des jeweiligen Flughafens beteiligt sind.

#### **Bewertung**

Die Einbindung von ausschließlich unmittelbar am Flugbetrieb beteiligten Airline-Vertretern kann die Perspektiven eines LRST begrenzen, wenn ein Austausch über externe Perspektiven nicht stattfindet.

Mit Blick auf die Identifikation von Gefahren und Entwicklung von Maßnahmen zur Reduzierung von Risiken kann die Einbindung technischer Experten von Pilotenvereinigungen gemäß ICAO ein Gewinn für die Flugsicherheit sein, da diese andere Perspektiven und Erfahrungen in den gegenseitigen Informationsaustausch, unabhängig von möglichen wirtschaftlichen und Firmeninteressen, einbringen können. Die Sicht von außen ermöglicht die Vermeidung einer potenziellen Betriebsblindheit und das Erkennen von sicherheitsrelevanten Aspekten, die unmittelbar am Flugbetrieb des jeweiligen Flughafens beteiligten Airline-Vertretern bedingt durch Adaptation eventuell nicht mehr auffallen.

Bei Erweiterung der Sichtweise auf einen gesamteuropäischen Kontext kann die Aufnahme technischer Experten von Pilotenvereinigungen in die Verordnung (EU) Nr. 139/2014 bedingt durch o.a. Aspekte einen nicht zu unterschätzenden Sicherheitsgewinn darstellen.

---

<sup>77</sup> ICAO (2015). Runway Safety Team Handbook. 2<sup>nd</sup> Edition, Kapitel 3.4.1

<sup>78</sup> Verordnung (EU) Nr. 139/2014, AMC1 und GM2 ADR.OR.D.027

## Empfehlung

Die VC empfiehlt mit Blick auf den potenziellen Sicherheitsgewinn die Aufnahme technischer Experten von Pilotenvereinigungen als Teilnehmer in die Verordnung (EU) Nr. 139/2014.

Unabhängig davon wird empfohlen, technische Experten von Pilotenvereinigungen gemäß ICAO bereits heute an allen deutschen Flughäfen in die LRSTs einzubinden, um von dem daraus resultierenden möglichen Sicherheitsgewinn zu profitieren.

## 4.8 Unbemannte Luftfahrt und neue Technologien

Der Luftverkehr gilt als Vorreiter für den Einsatz moderner Technologien und die Anzahl an technischen Systemen ist in den letzten Jahren, sowohl im Cockpit als auch am Boden, stark angestiegen. Dabei bilden insbesondere Unmanned Aircraft Systems (UAS) einen der am schnellsten wachsenden Sektoren in der Luftfahrt. Neben der sicheren Integration und Operation von UAS in das bestehende Luftfahrtsystem gilt auch der Einführung neuer Technologien im Cockpit ein besonderes Augenmerk.

### 4.8.1 Unmanned Aircraft Systems Traffic Management

UAS Traffic Management (UTM), in Europa auch U-Space genannt, ist ein Konzept für den koordinierten Betrieb von UAS (umgangssprachlich als Drohnen bezeichnet). Ähnlich dem Air Traffic Management (ATM) der bemannten Luftfahrt sollen im UTM Luftverkehrsteilnehmer erkannt werden und verschiedene Dienstleistungen erhalten.

Das U-Space-Systemkonzept besteht dabei aus spezifischen Dienstleistungen und einem U-Space-Luftraum<sup>79</sup>, welcher die Ausmaße des Zuständigkeitsbereiches definiert. Für die Anfangsphase ist davon auszugehen, dass U-Space vor allem in sehr niedrigen Höhen implementiert wird (z.B. vom Boden bis zu einer Höhe von 500 ft), wobei das Konzept in der Höhe unbegrenzt erweiterbar ist. Mögliche Dienstleistungen beinhalten Informationen über andere Luftraumnutzer, Höhenreferenzen, eingeschränkte bzw. gesperrte Lufträume (Geo-Awareness) oder Wetterbedingungen. Eine Kontrolle der Luftraumnutzer ist im Sinne von Fluggenehmigungen, der Warnung/Verhinderung des Einflugs in gesperrte Gebiete, Ausweichempfehlungen oder -anweisungen zur Kollisionsvermeidung vorstellbar.

Für die Umsetzung und den Betrieb von U-Space werden auf europäischer Ebene gesetzliche Vorgaben erstellt, die sich an einer stufenweisen Einführung in Anlehnung an den „SESAR U-Space Blueprint“<sup>80</sup> orientieren und maßgebliche Grundlagen für die UAS-Verkehrssteuerung für die nächsten Jahre schaffen.

---

<sup>79</sup> Single European Sky ATM Research Programme (2019). Initial view on principles for the U-space architecture. „U-space: eine Reihe föderaler Services und damit verbundener Funktionen innerhalb eines Gesamtrahmenwerks, das dafür konzipiert ist, sichere und effiziente zeitgleich stattfindende Drohnenflüge in allen Luftraumklassen zu ermöglichen und zu unterstützen.“

<sup>80</sup> Single European Sky ATM Research Programme (2017). U-space Blueprint.

<https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/reports/U-space%20Blueprint%20brochure%20final.PDF> Abruf 31.03.2020.

## **Bewertung**

Das Schritthalten mit dem rasanten Wachstum der UAS-Industrie und der vielseitigen Entwicklungsmöglichkeiten wird für Gesetzgeber als Herausforderung angesehen. Hierbei muss zwischen dem wirtschaftlichen Potenzial und der sicheren Integration von UAS als neue Teilnehmer in einem bestehenden und stark frequentierten Luftraum abgewogen werden. Kritische Aspekte sind dabei u.a. bei der Anwendbarkeit existierender Regeln der bemannten Luftfahrt, beim Zeitbedarf für die Erstellung gesetzlicher Vorgaben und dem Erreichen eines hohen Sicherheitsstandards zu sehen:

- Existierende Regeln und Vorgaben der bemannten Luftfahrt, z.B. das Prinzip „See and Avoid“ zur Vermeidung gefährlicher Annäherungen, sind nicht ohne Weiteres für UAS anwendbar. Aufgrund der geringen Größe sind diese aus bemannten Luftfahrzeugen visuell kaum zu erfassen. Außerdem ist die zur Anwendung des Prinzips notwendige Sicht auf andere Luftfahrzeuge bei vom Boden aus gesteuerten UAS in der Regel nicht gegeben. Dies betrifft den Einsatz von UAS in Sichtweite („visual line of sight“ - VLOS) und darüber hinaus („beyond visual line of sight“ - BVLOS). Auch bei der elektronischen Sichtbarmachung sind UAS geringer Größe stark limitiert, wodurch z.B. Transponder aufgrund von Abmessungen und Stromverbrauch aktuell nicht nutzbar sind.

Zur Vermeidung gefährlicher Annäherungen von UAS und bemannten Luftfahrzeugen gibt es zwei grundlegende Möglichkeiten: eine räumliche Trennung (Segregation) oder die Entwicklung von Lösungen zur sicheren Integration von UAS in den bestehenden Luftraum und Luftverkehr. Eine grundsätzliche räumliche Trennung erscheint dabei kaum möglich, was auf der Vielzahl der Einsatzmöglichkeiten von UAS (z.B. auch an oder in der Nähe von Flughäfen) und die Kurzfristigkeit und Unberechenbarkeit von Rettungs-, Polizei- oder militärischen Einsätzen begründet ist.

- Aufgrund der sehr schnellen Entwicklung des UAS-Bereichs besteht die Gefahr, dass UAS-Nutzer Gewohnheiten oder gar Regeln etablieren, bevor eine entsprechende Gesetzgebung dazu erlassen wurde. Der Zeitrahmen für die Erstellung gesetzlicher Vorgaben ist damit eingeschränkt.
- Ein der bemannten Luftfahrt entsprechender Sicherheitsstandard bei der Integration von UAS wird u.a. abhängig von der technischen Zuverlässigkeit, der Ausbildung von UAS-Steuerern und dem Meldeverhalten bei Vorfällen oder Unfällen sein. Die dafür notwendige Sicherheitskultur wird Zeit brauchen, um sich zu etablieren.

## **Empfehlung**

Eine sichere Integration von UAS in das bestehende Luftverkehrssystem ist aus Sicht der VC nur dann möglich, wenn bestehende Verordnungen und Richtlinien eingehalten sowie notwendige zusätzliche UAS-Vorgaben entwickelt werden.

Die VC empfiehlt hierzu ein abgestimmtes Luftraumkonzept unter Einbeziehung von Lufträumen gemäß ICAO Klassifikation und möglichen U-Space-Luftraumklassen. Für bemannte

Luftfahrzeuge sollen weiterhin die „Standardised European Rules of the Air“ (SERA)<sup>81</sup> sowie ein Vorflugrecht gegenüber UAS auch im U-Space-Luftraum gelten. UAS sollten dabei stets von bemannten Luftfahrzeugen gestaffelt werden. Alle Luftraumnutzer sollten entsprechend erkennbar, kooperativ und geschult sein, um sich an die gültigen Regeln und Standards halten zu können.

Die Erstellung neuer gesetzlicher Vorgaben im Rahmen der Integration von U-Space und UAS sollte ein gleichbleibendes oder höheres Flugsicherheitsniveau gewährleisten. Entsprechend sollten Behörden auf die Einhaltung von Vorgaben und weitere Entwicklungen im UAS-Bereich achten und eine positive Kultur zur Meldung von Unregelmäßigkeiten schaffen.

#### 4.8.2 BVLOS-Betrieb von Drohnen

Für die Integration von Drohnenflügen in den zivilen Luftraum werden seit 2018 gesetzliche Grundlagen entwickelt. Die EASA erarbeitet in diesem Rahmen Luftraumregeln für U-Space<sup>82</sup> Services, wobei verschiedene Luftraumstrukturen mit unterschiedlichen Regeln angedacht sind. Diese beinhalten die Option, Drohnen auch außerhalb der Sichtweite von Steuerern/Kommandanten zu bewegen (BVLOS), ohne dass eine Staffelung zu anderen (bemannten) Luftfahrzeugen erfolgt. Das potenzielle Kollisionsrisiko soll dabei durch eine Risikoabwägung eingeschränkt werden.

Dies geschieht vor dem Hintergrund, dass der europäische Luftraum seine verfügbare Kapazitätsgrenze für Flüge unter 1.000 ft bereits erreicht hat, was durch die Anzahl der Zusammenstöße von Luftfahrzeugen in den letzten Jahren verdeutlicht wird (siehe Kapitel 4.1.2 Kollisionsrisiko im VFR-Flugbetrieb). Allein in Deutschland finden jährlich mehr als 1.000.000 Flugbewegungen in diesem Höhenspektrum statt, durchgeführt mehrheitlich mit Hubschraubern im Einsatz für Polizei, Ambulanzen, Bundeswehr und im Rahmen anderer Arbeits- und Rettungsmissionen.

#### **Bewertung**

Die Integration von Drohnenflügen in den Luftraum wird Organisation, Ablauf und Sicherung aller Flugbewegungen verändern. Dabei wird erwartet, dass sich die Verkehrsdichte durch den Einsatz von Drohnen mehr als verdoppelt.<sup>83</sup> Eine Sicherheitsbewertung des Kollisionsrisikos von BVLOS Drohnenflügen, ausschließlich auf Basis einer Risikoabwägung, wird vor diesem Hintergrund als ungenügend und sicherheitsgefährdend eingestuft.

Selbst eine Informationsübermittlung über aktuelle Flugbewegungen von BVLOS Drohnenflügen an bemannte Luftfahrzeuge wird seitens VC als unzureichend bewertet, weil Drohnen aufgrund ihrer Größe ggf. visuell schlecht erfassbar sind und kurzfristige Spezialeinsätze von Hubschraubern jederzeit zu stark veränderten Verkehrssituationen führen können.

---

<sup>81</sup> Durchführungsverordnung (EU) Nr. 923/2012.

<sup>82</sup> Erklärung U-Space siehe Kapitel 4.8.1.

<sup>83</sup> EASA Opinion 01/2020 „High-level regulatory framework for the U-space“

## **Empfehlung**

Zur Aufrechterhaltung einer sicheren Staffelung zwischen Luftfahrzeugen und Drohnen muss gewährleistet sein, dass Drohnen plötzlich auftretendem Luftverkehr jederzeit rechtzeitig ausweichen können, sowohl für den Betrieb innerhalb als auch außerhalb der Sichtweite.

Für den Betrieb von Drohnen innerhalb der Sichtweite von Steuerern/Kommandanten muss sichergestellt sein, dass der Luftraum, in dem eine Drohne betrieben wird, durch Drohnensteuerer/-kommandanten kontinuierlich, weiträumig und detailliert beobachtet wird.

Für den Betrieb von Drohnen außerhalb der Sichtweite von Steuerern/Kommandanten wird empfohlen, die sichere Staffelung über die Flugsicherung und/oder geeignete technische Maßnahmen zu garantieren. Als eine technische Maßnahme wird die Ausrüstung von Drohnen mit einem zuverlässigen „Detect and Avoid“ System empfohlen, welches andere Luftfahrzeuge sicher erkennen und das Ausweichen einleiten kann. Ohne Umsetzung einer dieser Maßnahmen sollte kein BVLOS-Betrieb von Drohnen stattfinden.

### **4.8.3 Automation und Autonomie**

Die Luftfahrt ist seit jeher ein Vorreiter im Bereich Automation.<sup>84</sup> Anfangs diente diese dazu, Cockpitbesatzungen zu unterstützen und zu entlasten, z.B. durch Autopiloten oder Stabilisierungs- und Lageregelungssysteme. Mit fortschreitender technischer Weiterentwicklung erreichte die Automation stets höhere Entwicklungsgrade. Sie übernahm vermehrt die Ausführung und Kontrolle diverser Funktionen (z.B. Navigation, Überwachung von und Schutz vor Überschreiten der Systemgrenzen, Kollisions- und Bodenannäherungswarnsysteme), wobei Cockpitbesatzungen verstärkt eine Überwachungsfunktion von immer komplizierteren und komplexeren Systemen wahrnehmen. Die Weiterentwicklung der Automation bis hin zum autonomen Fliegen wird die aktive Flugführung durch Cockpitbesatzungen zusätzlich reduzieren und den Überwachungsaufwand erhöhen. Dies geschieht vor dem Hintergrund, dass die Ausbildung von Cockpitbesatzungen in den letzten Jahren nach und nach reduziert wurde.

## **Bewertung**

Reduzierte Ausbildung und erhöhter Einsatz von Automation führen zu deutlich weniger aktiver Flugführung (manuelles Fliegen) und damit zu geringerer Flugerfahrung. Durch die zunehmende Komplexität der Systeme bei zeitgleicher Reduzierung des Aus-, Fort- und Weiterbildungsumfangs von Cockpitbesatzungen wird das Verständnis bzw. das Nachvollziehen von Systemzusammenhängen erschwert. Dies kann bei plötzlichen Systemausfällen und Notfällen zu Überforderung und Problemen des situativen Bewusstseins, bei der Ursachenfindung und der adäquaten Handhabung der Situation führen.

---

<sup>84</sup> Automation folgt einem definierten Satz von Regeln vollautomatisch oder in Teilen. Das automatische System entscheidet und handelt im Rahmen seiner vorgegebenen Optionen und überschreitet diese nicht. Der Grad der Automation kann hierbei stark variieren - von nur sehr rudimentärer/teilweiser Automation hin zu hoch automatisierten Systemen, welche durchaus die Entscheidungs- und Kontrollgewalt haben können. Allerdings bleibt selbst beim höchsten Grad der Automation mindestens die Befehlsgewalt als Einflussmöglichkeit für den Menschen erhalten.

In einer potenziellen Lösung der o.a. Problematik durch noch mehr Automation bzw. durch komplett autonom agierende Systeme<sup>85</sup> sieht die VC hohe Risiken, vor allem wenn hierdurch die Grenzen der Befehls-, Entscheidungs- und Kontrollgewalt sowie der damit verbundenen Haftungsverantwortung verschwimmen bzw. wenn die Systeme nicht vollumfänglich unter realen Bedingungen validiert werden.

### **Empfehlung**

Um dem vermehrten Einsatz von Automation Rechnung zu tragen, wird im Gegensatz zur gängigen Praxis ein umfangreicherer Schulungsaufwand, bezogen auf Aus-, Fort- und Weiterbildung, empfohlen. Dies soll Cockpitbesatzungen auch in Zukunft das Erlangen und Aufrechterhalten des erforderlichen Systemwissens, der Kompetenzen und Qualifikationen ermöglichen, um eine adäquate Handhabung und Abhandlung von Systemaus- und Notfällen, auch unter manuellem Fliegen, zu gewährleisten.

Für den Einsatz von Automation sollen Systeme unabhängig vom Grad der Automation, insbesondere die Mensch-Maschine-Schnittstelle, so ausgelegt sein, dass das nötige Situationsbewusstsein bei Cockpitbesatzungen sichergestellt werden kann. Fähigkeiten der System-Komponenten müssen dabei wissenschaftlich fundiert, im realen Umfeld validiert und mögliche Fehlermodi ausführlich überprüft werden. Basierend auf diesen Daten sollen dann, gemäß einer klaren Taxonomie (z.B. SAE Levels of Automation), die jeweiligen Fähigkeiten und Fertigkeiten für alle Beteiligten im System transparent dargelegt sowie Qualifizierungs- und Zertifizierungsstandards abgeleitet werden.

Von einem Einsatz autonomer Systeme wird abgeraten, solange Cockpitbesatzungen die Befehlsgewalt an Bord besitzen, um eindeutige Grenzen von Befehls-, Entscheidungs-, Kontrollgewalt sowie der Haftungsverantwortung sicherzustellen.

## **4.9 Umweltfaktoren**

Bedingungen aus der Umwelt beeinflussen den Luftverkehr und die Flugsicherheit auf verschiedene Weise und stellen nicht zuletzt aufgrund ihrer Dynamik eine besondere Herausforderung dar. Dabei spielen u.a. unterschiedliche flugsicherheitsgefährdende Wetterbedingungen, die Weitergabe und Darstellung von Informationen, Umsetzung neuer Verfahren und Standards sowie Einflüsse aus dem Weltraum eine Rolle.

### **4.9.1 Wetterinformationen**

Wetterinformationen spielen bei der Flugvorbereitung und -durchführung eine besondere Rolle und werden von Flugplanern und Cockpitbesatzungen gleichermaßen benötigt. Sie werden über Computersysteme staatlicher Wetterdienste (z.B. Deutscher Wetterdienst - DWD) oder privater

---

<sup>85</sup> Autonomie ist frei von jeglicher menschlicher Einflussnahme und Kontrolle in der Lage, Umfeld und interne Zustände wahrzunehmen, eine Beurteilung der Situation vorzunehmen, zu entscheiden, rational zu handeln, zu evaluieren und daraus lernen zu können. Autonome Systeme haben somit, im Gegensatz zu automatischen Systemen, auch die Befehlsgewalt.



Anbieter veröffentlicht und Cockpitbesatzungen in ausgedruckter und/oder elektronischer Form zur Verfügung gestellt, für gewöhnlich als statische schwarz-weiß Bilder. Eine individuelle flugmeteorologische Beratung wird kaum noch angeboten.

Informationsquellen an Bord umfassen ACARS, VOLMET, das Bordradar und Wetterdarstellungen auf dem EFB, wobei letztere von der verfügbaren Datenverbindung abhängig und im Flug oftmals nicht verfügbar sind. So wird teilweise auch auf Unterstützung von Bodenmitarbeitern zurückgegriffen (Mission Support), damit Schlechtwettergebiete umfliegen, Bedingungen an Ziel- und Ausweichflughäfen beobachtet und entsprechende Entscheidungen getroffen werden können.

Bedeutung und Einfluss des Flugwetters werden u.a. durch Statistiken der IATA verdeutlicht, die Meteorologie als beitragenden Faktor bei nahezu jedem zweiten tödlichen Flugzeugunfall zwischen 2014 und 2018 aufführen, wobei fast jeder fünfte Unfall durch (böigen) Wind oder Windscherung beeinflusst wurde.<sup>86</sup>

### **Bewertung**

Der zeitgerechte Zugang zu, sowie die Darstellung und Qualität von Wetterinformationen werden derzeit als unzureichend bewertet, zumal farbige und dynamische Darstellungen (z.B. Regenradar, Satellitenbilder) technisch umsetzbar wären und Nutzern der Allgemeinen Luftfahrt vielfach kostenlos zur Verfügung stehen. Zum Teil im Flug nicht aktualisierbare Wetterinformationen tragen auch vor dem Hintergrund der Relevanz von Wetterinformationen zu der Bewertung bei.

### **Empfehlung**

Die VC unterstützt die Positionierung der European Cockpit Association<sup>87</sup> wie auch die Empfehlungen der EASA<sup>88</sup>, von denen auch die aus Sicht der VC wichtigsten Aspekte im Folgenden enthalten sind.

Empfohlen wird eine verbesserte, jederzeit aktuelle und nutzerfreundliche Darstellung von Wetterinformationen im Cockpit, was auch den kontinuierlichen Zugang zu Live-Wetterdaten während des Fluges beinhaltet. Dabei sollten dynamische Satellitenbilder sowie weitere benötigte Daten jederzeit auf EFBs leicht abrufbar sein. Um eine genaue Einschätzung der vorherrschenden Wetterverhältnisse während des Fluges zu ermöglichen, wird darüber hinaus empfohlen, moderne Wetterradare in Luftfahrzeugen zu verbauen.

Auf europäischer Ebene sollte eine koordinierte Vorhersage und hochauflösende Darstellung von Wetterereignissen, vorzugsweise auf einem zentralen Wetterportal, eingeführt werden. Dies würde eine europaweite Verkehrsplanung ermöglichen und Cockpitbesatzungen bessere Voraussetzungen für die Flugplanung geben.

---

<sup>86</sup> IATA (2019). IATA Safety Report 2018. S. 147, 150

<sup>87</sup> ECA (2014). Pilots' Vision on Weather.

[https://www.eurocockpit.be/sites/default/files/eca\\_pilots\\_vision\\_on\\_weather\\_14\\_0225\\_f.pdf](https://www.eurocockpit.be/sites/default/files/eca_pilots_vision_on_weather_14_0225_f.pdf)

Abruf 01.04.2020.

<sup>88</sup> EASA (2018). Weather Information to Pilots Strategy Paper. <https://www.easa.europa.eu/easa-and-you/air-operations/weather-information-pilots> Abruf 01.04.2020.

## 4.9.2 Flugbetrieb unter Vereisungsbedingungen

Luftfahrzeuge werden nach den Spezifikationen der EASA zugelassen. Diese definieren u.a. exakte Bedingungen wie Flüssigkeitsanteil, Tröpfchengröße, Flughöhe und Temperatur unter denen Vereisung auftreten kann und geben zusätzlich Modelle für Tests unter Vereisungsbedingungen an.<sup>89</sup>

Die mit dem Zertifizierungsprozess verbundenen Parameter wurden in den vergangenen Jahren aufgrund von Unfällen und wissenschaftlichen Erkenntnissen stets erweitert. Während diese Parameter bei Neuzulassungen von Flugzeugmustern berücksichtigt und eingehalten werden müssen, gelten sie für bereits in der Vergangenheit zugelassene Flugzeugmuster nur teilweise.

Um der Gefahr durch Vereisung zukünftig besser begegnen zu können, werden aktuell mehrere Forschungsprojekte mit dem Ziel durchgeführt, Sensoren zu entwickeln<sup>90</sup>, welche Vereisungsbedingungen zuverlässig und in Echtzeit detektieren können.

### **Bewertung**

Da die bisher genutzten Modelle für Zulassungstests unter Vereisungsbedingungen die real anzutreffenden atmosphärischen Bedingungen nicht vollständig widerspiegeln, kann es dazu kommen, dass Luftfahrzeuge unter Umweltbedingungen betrieben werden, die aktuell nicht von den Zertifizierungsspezifikationen abgedeckt sind und damit eine stärkere als die angenommene Vereisung bewältigen müssen.

Die Diskrepanz zwischen den realen Bedingungen und den Zulassungsbedingungen findet sich gegenwärtig nicht im Training für Cockpitbesatzungen oder den Betriebshandbüchern wieder, wodurch ein entsprechendes Bewusstsein über die Grenzen der zertifizierten Bedingungen bei Cockpitbesatzungen nicht vollständig sichergestellt werden kann.

Die Weiterführung von Forschungsprojekten zur Untersuchung, Erkennung und Minimierung des Vereisungsrisikos werden aufgrund ihres sicherheitsfördernden Charakters von der VC unterstützt.

### **Empfehlung**

Um die Sicherheit im Betrieb von Luftfahrzeugen unter Vereisungsbedingungen zu erhöhen, sollten explizite Hinweise auf Umgebungsbedingungen in die Betriebshandbücher aufgenommen werden, die nicht den zugrunde liegenden Zertifizierungsbedingungen entsprechen.

Weiterhin wird empfohlen, die Ausbildung von Cockpitbesatzungen um die aktuellen Erkenntnisse im Bereich Vereisung zu erweitern. Durch regelmäßiges Training soll das Fachwissen auf dem neuesten Stand gehalten und das Bewusstsein der Cockpitbesatzungen in Bezug auf Vereisungsbedingungen sensibilisiert werden.

---

<sup>89</sup> EASA CS-25.

<sup>90</sup> European Union's Horizon 2020 research and innovation programme SENS4ICE.  
<https://www.sens4ice-project.eu/> Abruf 01.04.2020.

Darüber hinaus wird angeregt, Luftfahrzeuge mit Sensoren zur Eisdetektion auszustatten. Dies betrifft sowohl Neuzulassungen wie auch bereits in der Vergangenheit zugelassene Luftfahrzeuge.

### 4.9.3 Global Reporting Format System

Die neue ICAO Methodik zur Beurteilung und Übermittlung von Daten zum Zustand der Start- und Landebahn, das sog. Global Reporting Format (GRF), tritt am 05.11.2020 weltweit in Kraft.

Anstelle der bisher üblichen Reibungsmessungen und Übertragung von Reibungskoeffizienten wird im GRF ein RWYCC (Runway Condition Code) zwischen 0 und 6 als Teil eines SNOWTAM/RCR (Runway Condition Report) angegeben, wobei 0 „breaking action less than poor“ (Runway geschlossen) und 6 „trocken“ bedeutet. Dieser Wert wird dazu benutzt, die vorgeschriebene Berechnung der Landedistanz mit einer Runway Condition Assessment Matrix (RCAM) durchzuführen. Der RCR mit RWYCC wird von geschulten Flughafenmitarbeitern aufgrund normierter Verfahren erstellt und basiert auf Messungen und Beobachtungen. Cockpitbesetzungen werden dabei verpflichtet, Berichte über die wahrgenommene Bremswirkung über sogenannte AIREPs (ehemals PIREPS) mitzuteilen, welche wiederum in den RWYCC einfließen.

Das GRF beruht, mit einigen Änderungen, auf einem in den USA bereits seit 2017 genutzten System (TALPA ARC), wird in mehreren ICAO Dokumenten und Annexen beschrieben<sup>91</sup> und soll bis Mitte 2020 in europäisches Recht umgesetzt sein.

#### **Bewertung**

Vor dem Hintergrund zahlreicher Studien mit kritischer Bewertung in Bezug auf den Einsatz von Reibungs-Messgeräten zur Beurteilung von Runway-Zuständen<sup>92</sup>, werden die Änderungen im Zuge der Einführung des GRF, als weltweit einheitliches System, als positive Entwicklung und sicherheitsfördernd gewertet, soweit Mitgliedsstaaten nicht davon abweichen (in den USA wird z.B. das TALPA ARC System beibehalten).

Auch wenn die Start- und Lande-Berechnungen mittels GRF auf Basis objektiverter und damit wesentlich realistischerer Daten erfolgen, bietet das GRF keine Tools für genaue Berechnungen. Es bietet lediglich Tools zur Beurteilung der Lage, wobei die Ergebnisse aus GRF-basierten Berechnungen als Input zum Entscheidungsprozess von Cockpitbesetzungen dienen.

Kritische Aspekte bei der Einführung des neuen Formats umfassen die Erarbeitung von Trainingsinhalten für alle Betroffenen (Cockpitbesetzungen, Lotsen und Flughafenmitarbeiter) und die rechtzeitige und vollständige Datenübermittlung an Cockpitbesetzungen. So wurde mit der Einführung GRF-relevanter Trainingsinhalte trotz langer Vorlaufzeit bis zur Fertigstellung der entsprechenden EU-Verordnungen gewartet, wodurch die verbleibende Zeit für eine umfassende Schulung als ggf. nicht ausreichend gesehen wird. Die Datenübermittlung soll teilweise über das

---

<sup>91</sup> ICAO Annexe 3, 6, 8, 14, 15 sowie ICAO Doc 9981, 10066 und 4444

<sup>92</sup> AIBN (2011). Report SL 2011/10. Winter Operations. Friction Measurements and Conditions for Friction Predictions. Vol I-III.

NOTAM-System bzw. über ATIS geschehen. Dies wird als problematisch gesehen, da ein NOTAM-Update im Flug meist nicht verfügbar ist und es Reichweitenbeschränkung beim Empfang der ATIS gibt. In den USA gibt es hierfür auch Dispatch-Support und Flight Service Stations, welche in diesem Kontext in Europa so nicht zur Verfügung stehen und o.g. Problematik beheben könnten. Ob die Ansätze zur Einführung und Datenübermittlung vor dem Hintergrund der Erfahrungen der FAA mit der Einführung des TALPA ARC Systems ausreicht, bleibt abzuwarten.

### **Empfehlung**

Im Rahmen des Change-Managements bei der Umstellung auf das GRF sollte sichergestellt werden, dass Cockpitbesatzungen eine Schulung im Umgang mit dem neuen Format in ausreichender Tiefe erhalten. Dabei sollte besonders auf den richtigen Umgang mit Berechnungsergebnissen und auf AIREPs eingegangen werden. Bei Letzterem ist die Subjektivität der Interpretation des Bremsverhaltens und der daraus resultierende Einfluss auf das System hervorzuheben.

Weiterhin sollte die zuverlässige und rechtzeitige Übermittlung der RCR mit RWYCC an die Cockpitbesatzungen sichergestellt sein. Um eine Berechnung der benötigten Landstreckenlänge unter konservativen Annahmen vornehmen zu können, sollten die Daten spätestens vor Beginn des Sinkflugs verfügbar sein (Änderungen zum RCR zeitnah). Spätere Änderungen der übermittelten Daten sollten anfliegenden Flugzeugen zeitnah zur Verfügung gestellt werden. Der gesamte Prozess erfordert eine gut koordinierte Zusammenarbeit zwischen Flugsicherungsorganisationen, Fluggesellschaften, Flughäfen und Aufsichtsbehörden, was über entsprechende Auflagen nationaler Behörden sichergestellt werden kann.

#### **4.9.4 Weltraumwetter**

Forschungsergebnisse beweisen, dass im Weltraum ablaufende Prozesse einen maßgeblichen Einfluss auf das Klima, die Funktionalität von technischen Systemen und auch auf die Gesundheit des Menschen auf der Erde besitzen. Diese Prozesse werden als Weltraumwetter bezeichnet und haben ihren Ursprung in der kosmischen Strahlung und in Teilchenströmen der Sonne oder anderer Planeten. Sobald diese auf die Magneto- bzw. Ionosphäre der Erde treffen, verursachen sie Wechselwirkungen mit dort vorhandenen Teilchen.<sup>93</sup>

Das Magnetfeld der Erde schützt vor den unmittelbaren Auswirkungen der kosmischen Strahlung und Teilchenströme, jedoch können durch diese maßgebliche Probleme bei technischen Systemen hervorgerufen werden. Auf diese Weise können Satelliten beschädigt, Kommunikationssignale gestört oder unterbrochen, elektronische Bauteile beeinträchtigt werden und Stromversorgungsnetze durch induzierte Spannungen zusammenbrechen.<sup>94</sup> Für den Menschen

---

<sup>93</sup> European Space Agency.

[https://www.esa.int/Space\\_in\\_Member\\_States/Germany/4. Weltraumwetter Gefahren aus dem Weltraum](https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Germany/4. Weltraumwetter_Gefahren_aus_dem_Weltraum) Abruf 01.04.2020.

<sup>94</sup> Royal Academy of Engineering (2013). <https://www.raeng.org.uk/publications/reports/space-weather-full-report> Abruf 01.04.2020.

und im speziellen die Cockpitbesetzungen stellt die erhöhte Strahlenbelastung beim Fliegen in großen Höhen eine Gefahr dar.<sup>95</sup>

Weltraumwetter hat somit verschiedenste Einflüsse auf die Sicherheit der Luftfahrt, z.B. auf Kommunikation, Navigation, Surveillance Radar<sup>96</sup> und Bordelektronik. Darüber hinaus wirkt es über die kosmische Strahlung auch auf Luftfahrzeugbesetzungen und Passagiere (siehe u.a. Kapitel 4.6.2 UV-A-Strahlung). Im November 2019 wurden von der ICAO offiziell „Space Weather Advisories“ eingeführt, um den erkannten Risiken in Echtzeit entgegenwirken zu können.

### **Bewertung**

Die Einführung von Space Weather Advisories wird grundsätzlich als positiv bewertet. Die Umsetzung wird jedoch als ungenügend gesehen, da zum jetzigen Zeitpunkt nur Beschreibungen möglicher Auswirkungen, jedoch keine Weisungen und Empfehlungen der ICAO zum Umgang mit Space Weather Advisories existieren. Die Übernahme der Advisories in EU-Verordnungen wird voraussichtlich erst in einigen Jahren stattfinden, wodurch nationale Behörden gefragt sind, Empfehlungen auszusprechen (z.B. in Frankreich bereits geschehen). Somit steht Cockpitbesetzungen im Allgemeinen keine offizielle Guideline zur Reduzierung der mit Weltraumwetter verbundenen Risiken zur Verfügung, obwohl der Einfluss von Weltraumwetter aufgrund der steigenden Nutzung und damit Abhängigkeit von GNSS<sup>97</sup> und Satcom<sup>98</sup> immer weiter zunimmt.

Als besonders kritisch wird dabei die zunehmende und auch alleinige Nutzung von GNSS (GPS) zur Navigation gesehen, da GNSS durch verschiedene Effekte des Weltraumwetters beeinträchtigt wird. Unter normalen Bedingungen korrigieren GNSS Empfänger den Einfluss der Ionosphäre auf das GPS-Signal. Bei von Sonnenwinden ausgelösten geomagnetischen Stürmen funktioniert diese Korrektur in hohen und ggf. mittleren Breiten aufgrund der Erhöhung der Anzahl an Elektronen in der Ionosphäre nicht mehr und es kann zu Positionsfehlern kommen. Beim Phänomen der ionosphärischen Scintillation, kommt es zu einem Flackern der Signale, wodurch GNSS Empfänger ihren „Lock“ und somit die Position verlieren können.<sup>99</sup> Dieser Effekt ist Teil des Tag-Nacht-Zyklus.

Durch den Einfluss von Weltraumwetter auf Dichte und Struktur der Ionosphäre können Signale auch bei Verwendung von Satcom durch Dämpfung und Scintillation so beeinträchtigt werden, dass es zu Störungen und Ausfällen kommen kann.

---

<sup>95</sup> European Space Agency.

[https://www.esa.int/Space\\_in\\_Member\\_States/Germany/4. Weltraumwetter Gefahren aus dem Weltraum](https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Germany/4_Weltraumwetter_Gefahren_aus_dem_Weltraum) Abruf 01.04.2020.

<sup>96</sup> Da die Sonne bei einem Flare in ähnlichen Frequenzbereichen wie die ATC Radaranlagen, elektromagnetische Strahlung freisetzt, kann sie bei einer entsprechenden Position zu den Empfängern, Einfluss auf „Primary Radar“ und „Secondary Radar“ haben. Diese Störungen verursachen z.B. die Darstellung von Phantomzielzeichen.

<sup>97</sup> Globales Navigationssatellitensystem

<sup>98</sup> Satellitenkommunikationssystem beinhaltet jede ACARS, ADS-B, CPDLC und Internet Kommunikation.

<sup>99</sup> Auch SBAS (satellite based augmentation system) wie EGNOS und WAAS können ihre Genauigkeit oder ihre gesamte Verfügbarkeit verlieren.

Auch wenn das Sicherheitsrisiko bzgl. einer Beeinträchtigung der Bordelektronik aktuell als gering eingestuft werden kann, steigt die Wahrscheinlichkeit von sogenannten „Single Event Upsets“ durch die zunehmend verwendeten kleiner, leistungsfähiger und damit dichter werdenden elektronischen Bauteile. Auch wenn die Bauteile meist nicht dauerhaft beschädigt werden, sorgen sie dennoch für Rechenfehler und Neustarts. Dies könnte eine Erhöhung des Risikos zur Folge haben.

Bei o.a. Bewertung wurde die mögliche Beschädigung beteiligter Satelliten durch Sonnenstürme nicht berücksichtigt.

### **Empfehlung**

Um die ICAO Space Weather Advisories zur Verringerung von Sicherheitsrisiken nutzen zu können, sollten einheitliche Weisungen und Empfehlungen zum Umgang mit den Advisories von Behörden und Flugbetrieben herausgegeben werden. Eine zeitnahe Übernahme der Inhalte des ICAO Annex 3 bzgl. ICAO Space Weather durch die EASA und nationale Behörden wird als zwingend erforderlich gesehen.

Nach Einführung der ICAO „Space Weather Advisories“ ist zu beobachten, wie der Service umgesetzt wird. Es ist zu prüfen, welche Werkzeuge den Cockpitbesatzungen zur Nutzung von Advisories durch die nationalen Behörden und Fluggesellschaften an die Hand gegeben werden. Auf Basis von Erfahrungen aller Stakeholder sollten anschließend Schritte zur kontinuierlichen Weiterentwicklung unternommen werden. Darüber hinaus sollte Weltraumwetter in den Betriebshandbüchern von Fluggesellschaften und Flugsicherung verankert werden, einhergehend mit einer verbindlichen Schulung mit vorgegebenen Inhalten für Cockpitbesatzungen, Fluglotsen und Dispatchern, um das notwendige Wissen zu vermitteln.

Zur genauen Einschätzung der Risiken des Weltraumwetters für die Luftfahrt wird eine Berücksichtigung von internationalen Studien bei nationalen Untersuchungen durch das BMVI empfohlen.

### **4.9.5 Vulkanasche**

Eruptionswolken von Vulkanen enthalten feste und gasförmige Stoffe, die je nach Konzentration aus dem Cockpit schwer zu erkennen sind. Während Gase beim Durchfliegen einer Eruptionswolke eine potenzielle Gefahr für den Menschen darstellen, kann Vulkanasche zum Ausfall oder Abschalten von Triebwerken bzw. zum Verstopfen von Sensoren führen, was u.U. falsche Geschwindigkeitsinformationen im Cockpit generiert. Die Bewertung der Schadensschwere erfolgt nach dem ICAO Ash-encounter Severity Index<sup>100</sup> in 6 Stufen, wobei 100 von 253 dokumentierten Fällen für den Zeitraum 1953 bis 2016 mit Stufe 2 oder höher bewertet wurden.<sup>101</sup> In neun Fällen kam es zu Triebwerksaufällen. Aufgrund der potenziellen Auswirkungen auf Luftfahrzeuge und deren Systeme werden Flüge bei bestimmten Konzentrationen von Partikeln grundsätzlich vermieden.

---

<sup>100</sup> ICAO (2019). Doc 9691 Manual on volcanic ash, radioactive material and toxic chemical clouds

<sup>101</sup> Christmann et al. (2017). Flying into Volcanic Ash Clouds: An Evaluation of Hazard Potential. Projekt der DLR in Zusammenarbeit mit dem U.S. Geological Survey.

Um die nach einer Eruption entstehenden Aschewolken zu beobachten und deren Entwicklung vorherzusagen, betreibt die ICAO neun Volcanic Ash Advisory Centers (VAAC). Mit Ausnahme von Staaten, die sich das Recht vorbehalten, ihren Luftraum zu sperren (u.a. Deutschland), entscheiden Fluggesellschaften auf Basis der VAAC Daten im Rahmen einer Risikobewertung über die Fort- bzw. Routenführung ihres Flugbetriebs.<sup>102</sup> Die letztendliche Verantwortung für eine sichere Flugdurchführung liegt bei der Cockpitbesatzung, welche Informationen über Vulkanasche durch Darstellungen auf Karten oder elektronisch über ein EFB erhält. Sensoren zur Detektion von Vulkanasche an Bord von Luftfahrzeugen gibt es bisher nicht.

Aktuell wird seitens der ICAO an einer Festlegung von Grenzwerten und der Entwicklung von Vorhersagemodellen gearbeitet. Ein Ansatz zur Erweiterung des Index um Auswirkungen auf Menschen (z.B. Unwohlsein, Arbeitsunfähigkeit) auf Basis von Forschungsergebnissen des DLR wurde dabei nicht angenommen.<sup>103</sup>

### **Bewertung**

Die rein technisch basierte Bewertung über den ICAO Ash-encounter Severity Index wird als nicht ausreichend gesehen, da hierüber die potenziellen gesundheitlichen Folgen für Menschen an Bord von Flugzeugen keine Beachtung finden.

Die aktuelle Informationsdarstellung für Cockpitbesatzungen wird als verbesserungswürdig erkannt, da neben schlecht zu interpretierenden, textbasierten Informationen nur statische schwarz-weiß Kartendarstellungen zur Verfügung stehen. Technisch umsetzbar, und vereinzelt schon im Einsatz, sind moderne Satellitenbilder sowie Karten, welche Aschekonzentration und deren Zugrichtung anzeigen und damit den Entscheidungsfindungsprozess an Bord situationsangepasst unterstützen.

Auch wenn sich die Qualität der VAAC Vorhersagen über die Jahre betrachtet langsam weiterentwickelt hat, wird die fehlende Qualitätskontrolle der Daten in Hinblick auf die potenziellen Auswirkungen auf Mensch und Maschine als problematisch bewertet.

Der teilweise nicht offene Umgang mit vorliegenden Daten bzw. mit durchgeführten Risikobewertungen durch Flugbetriebe erschwert es Cockpitbesatzungen, sich vor einem Flug ausreichend vorzubereiten. Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass es häufig zu lange dauert, bis offizielle Warnungen mit verwertbaren Informationen zur Verfügung stehen, was dazu führen kann, dass Informationen über einen Vulkanausbruch bei Flugbetrieben und Cockpitbesatzungen nicht rechtzeitig vorliegen. Dies ist besonders vor dem Hintergrund fehlender Sensoren an Bord von Luftfahrzeugen kritisch zu sehen, da es kaum möglich ist, Aschewolken aus dem Cockpit heraus zu erkennen und deren Risikopotenzial einzuschätzen.

### **Empfehlung**

Zur Verbesserung im Umgang mit Vulkanaschewolken und der Erhöhung der Flugsicherheit empfiehlt die VC:

---

<sup>102</sup> EASA. <https://www.easa.europa.eu/easa-and-you/safety-management/volcanic-ash> Abruf 01.04.2020.

<sup>103</sup> ICAO (2017). MET Panel. MET Operations Group Volcanic Ash. 5<sup>th</sup> Meeting.

- Erweiterung des ICAO Ash-encounter Severity Index um Auswirkungen auf den Menschen und die Einbeziehung von Informationen über Vulkangas-Wolken (im speziellen SO<sub>2</sub>), die Einführung von Qualitätskontrollen bei Vorhersagen von Vulkanaschewolken und eine Verbesserung der Koordination in Europa,
- Anpassung der Aktualität, Darstellung, Qualität und Übermittlung von Vulkanasche-Informationen an Standards der modernen Technologie sowie mittelfristig die luftfahrzeugseitige Installation entsprechender Sensoren zur Detektion von Aschewolken,
- Einführung moderner Konzepte beim Umgang mit Vulkanasche, z.B. Rolls-Royce Dose Concept.<sup>104, 105</sup>

Um ein besseres Bewusstsein für die Verfahren bei Cockpitbesatzungen und Flugdienstberatern zu schaffen, wird die Veröffentlichung der Informationen aus den Risikobewertungen der Fluggesellschaften empfohlen.

---

<sup>104</sup> Clarkson and Simpson. Maximising Airspace Use During Volcanic Eruptions: Matching Engine Durability against Ash Cloud Occurrence.  
[https://www.wmo.int/aemp/sites/default/files/Matching\\_Engine\\_Durability\\_Against\\_Ash\\_Cloud\\_Occurrence\\_Rolls\\_Royce.pdf](https://www.wmo.int/aemp/sites/default/files/Matching_Engine_Durability_Against_Ash_Cloud_Occurrence_Rolls_Royce.pdf) Abruf 01.04.2020.

<sup>105</sup> Clarkson (2017). Volcanic Ash and Aviation - Rolls-Royce Position.  
[https://www.wmo.int/aemp/sites/default/files/VA\\_Brief\\_Summary\\_Rolls\\_Royce.pdf](https://www.wmo.int/aemp/sites/default/files/VA_Brief_Summary_Rolls_Royce.pdf) Abruf 01.04.2020.



## 5. ANALYSE

Zur Bestimmung von Safety Prioritäten und der die Flugsicherheit beeinflussenden Faktoren aus den SafeSKY Themen in Kapitel 4 wurden die Risiken der einzelnen Themen analysiert und die jeweiligen Einflussfaktoren katalogisiert.

Bei der Risikoanalyse wurde der Schweregrad in Anlehnung an das PEAR Modell<sup>106</sup> und die Eintrittswahrscheinlichkeit qualitativ bestimmt. Um eine größtmögliche Objektivität bei der Bestimmung des Risikos zu erzielen, wurden die einzelnen Themen über die VC Arbeitsgruppen hinweg bewertet. Die Bewertungen wurden dabei ausschließlich von im Bereich Risiko Management geschulten AG-Mitgliedern vorgenommen.

Für die Bestimmung und Priorisierung beitragender und die Flugsicherheit beeinflussender Faktoren (siehe Kapitel 5.2) wurden diese katalogisiert und anhand der Häufigkeit ihres Auftretens gewichtet. Die Ergebnisse daraus unterstreichen auch den Stellenwert der von der ICAO genannten tragenden Instrumente für die Verbesserung der Flugsicherheit Zusammenarbeit und Informationsaustausch (siehe Kapitel 2.2.1).

Bei der Auswertung ergaben sich neben Überschneidungen mit Ergebnissen der ICAO und der EASA auch die Flugsicherheit betreffende Aspekte, die über die Resultate von ICAO und EASA hinausgehen. Diese Aspekte können zum größten Teil auf die täglichen Erfahrungen und Erkenntnisse von Cockpitbesatzungen zurückgeführt werden.

### 5.1 Safety Prioritäten

Basierend auf der Risikoanalyse der jeweiligen Einzelthemen ergab sich ein Risikoprofil, aus dem Risikoschwerpunkte in drei Hauptkategorien abgeleitet wurden (siehe Tabelle 2). Über die im Vorfeld erwarteten Überschneidungen mit den von ICAO und EASA als Herausforderungen bestimmten Kategorien Runway Safety, Controlled Flight Into Terrain und Mid-Air Collision werden auch zusätzlich zu betrachtende Bereiche sichtbar.

Ebenfalls zu erwarten waren Überschneidungen von SafeSKY Risikoschwerpunkten gegenüber dem EASA EPAS. Lediglich die Themen kontaminierte Kabinenluft und Menschenhandel werden dort nicht adressiert. Während sich die primären und sekundären Risikoschwerpunkte aus den vergleichsweise hohen bis sehr hohen Schweregraden und Eintrittswahrscheinlichkeiten ableiten, zeichnen sich die tertiären Risikoschwerpunkte durch eine geringere Eintrittswahrscheinlichkeit bei gleichzeitig hohem bis sehr hohem Schweregrad aus.

Themen mit geringerem Risikolevel außerhalb der drei Hauptkategorien sollten dabei nicht unberücksichtigt bleiben, zumal ihnen meist die gleichen beitragenden und die Flugsicherheit beeinflussenden Faktoren gemäß Kapitel 5.2 unterliegen, wie Themen mit einem höheren Risikolevel. Diese Themen sind zum Großteil nicht durch den EASA EPAS abgedeckt. Die

---

<sup>106</sup> Bestimmung des Schweregrads in den Kategorien People, Environment, Assets und Reputation, ergänzt durch die Kategorie Costs.

jeweiligen Empfehlungen der SafeSKY Themen zeigen Möglichkeiten auf, wie auch bei diesen Themen Schwachstellen im System geschlossen werden können, um Risiken auf ein akzeptables Risiko unter Berücksichtigung des ALARP-Prinzips<sup>107</sup> zu bringen.

<i>SafeSKY 2020 - Risikoschwerpunkte</i>	
Primäre Schwerpunkte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flüge in und über Krisengebiete (4.3.2)</li> <li>• Kollisionsrisiko im VFR-Flugbetrieb (4.1.2)</li> <li>• Unterer Luftraum (4.2.1)</li> </ul>
Sekundäre Schwerpunkte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Runway Incursion (4.7.1)</li> <li>• Reduzierung des Ausbildungsumfangs (4.4.1)</li> <li>• Automation und Autonomie (4.8.3)</li> <li>• Hindernis- und Nachtkennzeichnung (4.1.3)</li> <li>• BVLOS-Betrieb von Drohnen (4.8.2)</li> <li>• UAS Traffic Management (4.8.1)</li> <li>• Kontaminierte Kabinenluft (4.6.1)</li> <li>• Menschenhandel (4.3.3)</li> </ul>
Tertiäre Schwerpunkte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cybersecurity (4.3.1)</li> <li>• Treibstoffplanung (4.1.4)</li> <li>• Reduced Crew Operations (4.1.1)</li> <li>• EMAS (4.7.2)</li> <li>• Moderne Navigationssysteme und Verfahren (4.1.5)</li> </ul>

*Tabelle 2 - SafeSKY 2020 Risikoschwerpunkte*

<sup>107</sup> ALARP - As Low As Reasonably Practicable. Das ALARP-Prinzip beruht darauf, dass Maßnahmen zur Risikoreduzierung implementiert werden, wenn diese technisch machbar, sinnvoll und angemessen sind und die Implementierung nicht grob unverhältnismäßig ist. Es ist gleichbedeutend mit dem Akronym SFAIRP (So Far As Is Reasonably Practicable). vgl. Stolzer & Goglia (2015). Safety Management Systems in Aviation. Second Edition. S. 155; Reason (1997). Managing the Risks of Organizational Accidents. S. 175; UK Health and Safety at Work Act 1974, Part 1, Art. 40. Onus of proving limits of what is practicable. *Anmerkung:* Im ICAO Safety Management Manual wird der Begriff ALARP nicht mehr verwendet. Vergleichbar mit dem ALARP-Prinzip wird hier auf den Einsatz von „appropriate risk controls ... balanced against the time, cost and difficulty of taking action to reduce or eliminate the safety risk“ verwiesen (ICAO (2018). Doc 9859. Safety Management Manual. 4th Edition. Kapitel 2.5.7).

## 5.2 Safety - Beitragende Faktoren

Die Analyse der beitragenden Faktoren, die je nach Ausprägungsgrad positiv wie negativ Einfluss auf die Flugsicherheit haben können, hat gezeigt, dass der Großteil der SafeSKY Themen identischen und wiederkehrenden Faktoren unterliegt. Für eine Verbildlichung wurden die jeweiligen Faktoren in Abbildung 1 in unterschiedlicher Schriftgröße dargestellt, wobei die Schriftgröße der Gesamthäufigkeit des Auftretens der Faktoren in den SafeSKY Themen entspricht.



Abbildung 1 - Beitragende Faktoren für die Flugsicherheit basierend auf der Analyse der SafeSKY 2020 Themen. Die Häufigkeit des Auftretens der Faktoren ist in Klammern angegeben.

Den dabei herausstechenden Faktoren sollte themenübergreifend besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden, da sie die Resilienz<sup>108</sup> des Luftfahrtssystems nachhaltig - teilweise auch wechselseitig - beeinflussen.

### Human Factors

Ein immer höherer Grad an Automation und Komplexität bedarf der Berücksichtigung der Leistungsfähigkeit des Menschen und einer präzisen Abstimmung der Mensch-Maschine-Schnittstelle, um die Interaktion aller Komponenten effektiv, effizient und sicher zu gestalten. Die Interaktionen mit anderen Elementen des SHELL Modells von Hawkins<sup>109</sup> sind ebenfalls als Einflussfaktoren auf den Human Factor zu berücksichtigen. Sie sind in den weiteren aufgeführten Faktoren reflektiert.

<sup>108</sup> System-Resilienz: ‚The performance of a system is resilient if it can function as required under expected and unexpected conditions alike (changes/disturbances/opportunities)‘. (Hollnagel (2018). Safety II in Practice. Developing the Resilience Potentials, S. 126)

Bezogen auf Cockpitbesatzungen wird Resilienz definiert als ‚the ability of a flight crew member to recognise, absorb and adapt to disruptions‘. (EASA. Regulation (EU) No 965/2012. GM15 Annex I Definitions)

<sup>109</sup> Hawkins (1987). Human Factors in Flight. Second Edition, S. 22-26

## **Training**

Dieser immer wiederkehrende Faktor in den SafeSKY Themen betrifft die Ausbildung und Schulung aller am Flugbetrieb Beteiligten. Vor allem für Cockpitbesatzungen gilt dieser Faktor als wesentliches Element zum Aufbau eines bestimmten Resilienz-Potenzials<sup>110</sup>, um es bei unvorhergesehenen Situationen abrufen zu können.

## **Regulations**

Regulations beschreiben das Gerüst, auf dem die Bedingungen zur Durchführung der Luftfahrt basieren. Veraltete, fehlende, komplizierte, kaum in der Realität umsetzbare oder lückenhafte gesetzliche Bestimmungen können dabei einerseits zum graduellen Abweichen davon auf Seiten der Arbeitsebene (Practical Drift) und andererseits zur Häufung unsicherer bzw. risikobehafteter Bedingungen (Accumulation of Unsafe Conditions) beitragen, bei denen die Safety Marge meist unbemerkt und unbewusst über einen längeren Zeitraum reduziert wird.<sup>111</sup> Auf eine Reduzierung der Safety Marge durch Schaffen erhöhter risikobehafteter Bedingungen basierend auf neuen gesetzlichen Bestimmungen wird in Kapitel 4.1.3, Hindernis- und Nachtkennzeichnung, hingewiesen. Die beschriebene Problematik trifft analog auch auf den Faktor ‚Procedures‘ zu.

## **Information Sharing/Provision**

Das vorherrschende hohe Flugsicherheitsniveau macht den Austausch von Informationen für die weitere Verbesserung von Safety notwendig. Dieser Austausch muss dabei alle Ebenen umfassen, von Safety Reports auf der Arbeitsebene über den Austausch zwischen Fluggesellschaften bis hin zum Austausch auf Behördenebene. Dabei ist ein Austausch nicht nur horizontal, sondern auch vertikal notwendig. Information Sharing/Provision wird u.a. durch den beitragenden Faktor Goal Conflicts beeinflusst. Beispielhaft dafür steht Kapitel 4.3.2, Flüge in und über Krisengebiete.

## **New Technology**

Durch die hohe Anzahl und Qualität der vorhandenen Technologien gilt der Luftverkehr, gemessen an der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Unfalls, als sicherstes Verkehrsmittel. Weitere technische Entwicklungen sind bereits in Planung, einhergehend mit einem weiteren Potenzial zur Verbesserung der Flugsicherheit. Die Umsetzung dieses Potenzials ist u.a. abhängig von der Betrachtung der o.a. beschriebenen Einflussfaktoren Human Factors und Training, vor allem im Zuge der Weiterentwicklung von Systemen im Rahmen von Automation bzw. Autonomie (siehe Kapitel 4.8.3).

## **Environment (Umwelt und Umfeld)**

Die Arbeits- und Leistungsfähigkeit von Cockpitbesatzungen beruht maßgeblich auf Einflüssen aus der Umwelt sowie des Umfelds. Neben unmittelbaren Einflüssen wie Wetterbedingungen, der Gestaltung des Cockpits und der Anwendbarkeit von Verfahren zählen hierzu auch physische

---

<sup>110</sup>Das Resilienz-Potenzial wird als maßgeblicher Faktor gesehen, um resilient handeln zu können: *‘Resilient performance requires that an organisation has the potentials for resilience and that these potentials are continuously developed, maintained and improved. Since resilience is a manifestation of the resilience potentials, it refers to something that an organisation does, rather than to something that is has’.* (Hollnagel (2018). Safety II in Practice. Developing the Resilience Potentials, S. 126)

<sup>111</sup> vgl. Muschara (2018). Risk-Based Thinking. Managing the Uncertainty of Human Error in Operations. S. 145 ff.

und psychische Belastungen sowie die Ausprägung der Sicherheitskultur in Organisationen. Der Faktor Environment, wie hier verwendet, beeinflusst damit auch maßgeblich den Human Factor.

### **System (In-)Compatibility**

Bedingt durch die Entwicklung neuer Systeme und Technologien unterliegt der Luftverkehr einem ständigen Wandel. In diesem Prozess sind vor allem die Anpassungsfähigkeit und Integration verschiedener Systeme von Bedeutung. Besonders die Integration von Unmanned Aircraft Systems in die bestehende Luftfahrt und deren gesetzlichen Bestimmungen stellt dabei eine Herausforderung für die Flugsicherheit dar (siehe Kapitel 4.8). Auch die Entwicklungen im Rahmen von Reduced Crew Operations (siehe Kapitel 4.1.1) sind davon betroffen und erfordern umfangreiche Anpassungen, um das hohe Niveau der Flugsicherheit weiterhin gewährleisten zu können. Die System (In-)Compatibility steht damit in engem Zusammenhang mit allen vorher genannten Faktoren.

Auch die weiteren Faktoren gemäß Abb. 1 spielen eine nicht zu unterschätzende Rolle im Gesamtgefüge der Flugsicherheit, da sie zum Teil das Fundament bilden, auf dem Flugsicherheit aufbaut. Von besonderer Bedeutung ist dabei ein funktionierendes Safety Management System, das u.a. eine positive Sicherheitskultur benötigt, um effektiv wirken zu können. Um dies zu erreichen, sollten verschiedene Merkmale einer Sicherheitskultur gut ausgeprägt sein. Nach Reason umfassen diese die Reporting Culture, Just Culture, Flexible Culture und Learning Culture, die zusammengefasst eine Informed Culture ergeben, welche mit Sicherheitskultur gleichgesetzt werden kann.<sup>112</sup> Zum Erreichen einer guten und positiven Sicherheitskultur sind alle Stakeholder von der Arbeitsebene bis hin zu den Behörden gefordert, ihren Beitrag zu leisten, um die Ausprägung der einzelnen Merkmale zu verbessern. Da sich die einzelnen Merkmale gegenseitig beeinflussen, wird das Erreichen einer positiven Sicherheitskultur nur über das gemeinsame Verfolgen dieses Ziels möglich sein.

Ein weiterer Baustein in der Architektur eines SMS ist die Safety Oversight durch Luftfahrtbehörden, welche die positive Ausprägung aller die Flugsicherheit beeinflussenden Faktoren sicherstellen können. Auch wenn der Faktor Oversight durch Behörden nur in 11 % der SafeSKY Themen beteiligt ist, bekommt er vor dem Hintergrund der Nennung im ICAO GASP, im EASA EPAS und der Untersuchungen des U.S. Department of Transportation<sup>113</sup> über den europäischen Raum hinweg einen nicht zu unterschätzenden Stellenwert bei der Förderung des Flugsicherheitsniveaus. Dieser Stellenwert wird auch durch die VC erkannt.

---

<sup>112</sup> Reason (1997). Managing the Risks of Organizational Accidents. S. 195 f.

<sup>113</sup> U.S. Department of Transportation (2020). Office of Inspector General. Report No. AV2020019. "FAA has not effectively overseen Southwest Airlines' System for managing safety risks."

## 6. NACHHALTIGKEIT IN DER LUFTFAHRT

Als Teil des gesellschaftlichen Lebens ermöglicht die Luftfahrt kulturellen Austausch, bringt Menschen zueinander und erleichtert wirtschaftliche Zusammenarbeit. Im Sinne des Klimaschutzes ist es notwendig, diese positiven Effekte nachhaltig und auf langfristige Sicht klimaneutral zu gestalten. Das Ziel der Klimaneutralität des „European Green Deal“<sup>114</sup> bis zum Jahr 2050 wird dabei ausdrücklich unterstützt. Damit dieses Ziel erreicht werden kann, müssen alle Stakeholder ihren Beitrag unter Beibehaltung eines höchst möglichen Flugsicherheitsniveaus leisten. Dazu gehören die Politik, Fluggesellschaften, Luftfahrtindustrie und Cockpitbesatzungen.

Auf politischer Ebene kann das Ausnutzen des Gestaltungsspielraums auf nationaler und internationaler Ebene einen maßgeblichen Beitrag zur Reduzierung von Emissionen leisten. Durch das Vorantreiben des Single European Sky Projekts und einer darüber hinaus gehenden weltweiten Vereinheitlichung des Luftraums können z.B. Umwege durch direktere Routenführung reduziert oder vermieden werden. Über den Ausbau und eine Modernisierung des Schienennetzes ließen sich bisherige Zubringerflüge auf die Schiene verlagern, wobei attraktive Hochgeschwindigkeitszüge und deren Anbindung an Flughäfen eine Schlüsselrolle spielen werden. Zur Förderung nationaler Klimaschutzmaßnahmen, wie dem Aufbau von Produktionskapazitäten für synthetisches Kerosin, sollten Einnahmen aus Luftverkehrs- und CO<sub>2</sub>-Abgaben zweckgebunden verwendet werden. Um dies wettbewerbsneutral gestalten zu können, bedarf es dabei einer internationalen Koordination. Darüber hinaus sollte eine kritische Prüfung von Vorschriften in Bezug auf ihre ökologischen Auswirkungen erfolgen. Hierunter fällt u.a. die Slot-Regelung, die zum Erhalt von Start- und Landerechten zum Einsatz von Flugzeugen ohne Passagiere führen kann.

Auf Seiten der Fluggesellschaften sollte, im Rahmen der Möglichkeiten, mittel- und langfristig in emissionsarme Flotten investiert werden. Darüber hinaus gehende Beiträge zur Reduzierung von Emissionen umfassen u.a. das Ausschöpfen technischer Möglichkeiten bei bestehenden Flotten durch z.B. Nachrüstung von Winglets und Gewichtsreduktion sowie die Überprüfung ökologischer Auswirkungen von bestehenden Betriebsverfahren. Letzteres beinhaltet u.a. eine stärkere Ausrichtung auf Emissionsminimierung bei der Flugplanung und -durchführung. Dabei wird es auch auf das Zusammenspiel zwischen den Stakeholdern ankommen.

Die Luftfahrtindustrie kann über das Vorantreiben der Forschung in den Bereichen Flugzeugdesign, Triebwerksdesign und alternative Antriebstechnologien einen wertvollen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Dazu gehört auch die Entwicklung klimaneutraler Treibstoffe als Ersatz für fossile Brennstoffe, wobei eine Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion vermieden werden muss.

Möglichkeiten von Cockpitbesatzungen in ihrem Einflussbereich ergänzen den Gesamtansatz zur Emissionsminimierung. Sie umfassen die optimale Wahl von Flughöhe, -strecke und

---

<sup>114</sup> Europäische Kommission (2019). Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Europäischen Rat, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Der europäische Grüne Deal.

-geschwindigkeit, Rollvorgänge mit nur einem laufenden Triebwerk und die optimale Nutzung von Landeklappen und Fahrwerk – immer unter Berücksichtigung von Flugsicherheitsaspekten, operationeller Verfahren und gesetzlicher Bestimmungen.

Bis zum Erreichen eines klimaneutralen Luftverkehrs werden Kompensationen über Klimaschutzprojekte als sinnvolle Maßnahme angesehen.

## 7. DISKUSSION

Die kritische Betrachtung des VC-Flugsicherheitskonzepts zeigt Möglichkeiten und Grenzen in verschiedenen Bereichen auf, die im Folgenden diskutiert werden. Die Bereiche betreffen das betrachtete Spektrum Safety-relevanter Themen, die Risikobewertungen allgemein, die darin angewandte qualitative Analyse und Empfehlungen zur Verbesserung der Flugsicherheit.

Das betrachtete Spektrum Safety-relevanter Themen entspricht dem der VC Arbeitsgruppen und Task Forces und adressiert die aus deren Sicht aktuellen Aspekte für die Flugsicherheit. Obwohl die SafeSKY Themen eine große Bandbreite abdecken, können über das VC-Spektrum hinausgehende Themen nicht behandelt werden. Das VC-Flugsicherheitskonzept erhebt somit nicht den Anspruch einer vollumfänglichen Analyse aller potenziellen und die Flugsicherheit betreffenden Themen. Die adressierten SafeSKY Themen enthalten jedoch Ansätze zur Verbesserung der Flugsicherheit und die Reduzierung von Risiken auf ein akzeptables Level, um ALARP-Bedingungen in den Bereichen schaffen zu können, in denen sie aus VC Sicht noch nicht existieren.

Bei den durch die AG-Mitglieder vorgenommenen Risikobewertungen zur Priorisierung der SafeSKY Themen wurden Kriterien für die Bestimmung des Schweregrads und der Eintrittswahrscheinlichkeit unter Betrachtung der Vorgaben der ICAO sowie von Industriestandards einheitlich festgelegt und geschult. Auch wenn versucht wurde, eine größtmögliche Objektivität durch einheitliche Bewertungskriterien und AG-übergreifende Risikobewertungen zu erzielen und trotz der hohen Übereinstimmung mit dem ICAO GASP und dem EASA EPAS können Bewertungsfehler nicht ausgeschlossen werden.

Da der VC keine umfassenden Daten für eine quantitative Analyse zur Bestimmung der Risiken zur Verfügung stehen, wurden die SafeSKY Themen einer qualitativen Analyse unterzogen, basierend auf der Erfahrung und Expertise der jeweiligen AG-Mitglieder. Obwohl eine Quantifizierung von Risiken somit außerhalb der Möglichkeiten der VC liegt, können Schwachstellen im Luftfahrtsystem auf der Arbeitsebene sehr gut erfasst werden. Auf dieser Ebene werden Systemfehler und inadäquate latente Bedingungen oft schneller offensichtlich, da Cockpitbesatzungen täglich damit konfrontiert werden und Wege finden müssen, damit umzugehen. Somit können die SafeSKY Themen wertvolle Informationen liefern, die durch Daten entweder nicht erfasst werden können oder noch nicht erhoben werden und die damit auch aktuell für Organisationen und Behörden nicht messbar sind. Dies zeigt sich u.a. am hohen prozentualen Anteil von SafeSKY Themen, die nicht im EASA EPAS abgedeckt sind (45 %), aber

Schwachstellen enthalten, welche die Safety Marge reduzieren und bei denen das Vorherrschen von ALARP-Bedingungen kritisch hinterfragt werden sollte.

Die Empfehlungen zur Verbesserung der Flugsicherheit in Kapitel 4 basieren auf der Analyse, Expertise und Perspektive der Mitglieder der jeweiligen VC Arbeitsgruppen. Aufbau und Umfang des VC-Flugsicherheitskonzepts lassen darüber hinaus gehende Maßnahmen und Details zur Reduzierung von Risiken nicht zu. Als weiterführender Schritt wird deswegen eine enge Zusammenarbeit aller Stakeholder und die gemeinsame Erstellung weitergehender Analysen angeregt, um weitere Perspektiven einzubinden und den gegenseitigen Austausch zum Wohl der Flugsicherheit zu fördern.

## 8. FAZIT

Auch wenn das VC-Flugsicherheitskonzept bestimmten Grenzen unterliegt, veranschaulichen die adressierten Themen, dass die Einbindung der Arbeitsebene eine wichtige Rolle beim Identifizieren sicherheitsrelevanter Aspekte und der Verbesserung der Flugsicherheit spielen kann. Dieses Potenzial nicht zu nutzen, wäre bei dem ambitionierten und verfolgenswerten Ziel der Verbesserung der Flugsicherheit national und international eine ungenutzte Chance.

Ein gegenseitiger Austausch zwischen allen Ebenen bietet darüber hinaus eine gute Möglichkeit, bestehende Lücken auf dem Weg zur Erlangung einer guten Informed und Safety Culture zu schließen. Die Ergänzung quantitativer Analysen aus Organisationen und Behörden mit qualitativen Ansätzen von der Arbeitsebene kann einen wertvollen Beitrag auf diesem Weg leisten. Voraussetzung dafür wird das Intensivieren von Information Sharing zwischen allen Stakeholdern sein, um Maßnahmen zur Verbesserung der Flugsicherheit aus einer möglichst großen Bandbreite an relevanten Informationen ableiten zu können.

Dabei sollte Flugsicherheit mit dem Ziel des Schaffens und Erhaltens von ALARP-Bedingungen stets vor wirtschaftlichen Aspekten stehen. Eine vermehrte Prüfung der Umsetzung des ALARP-Prinzips durch regelmäßige Oversight sollte das Erreichen dieses Ziels begleiten. Hierbei wird es wichtig sein, die Effektivität von Maßnahmen zur Verbesserung der Flugsicherheit zu evaluieren und kontinuierlich kritisch zu prüfen, um Safety auf einem höchst möglichen Niveau zu halten. Die VC als Vertreter der Arbeitsebene wird ihren Beitrag dazu durch konstruktiv kritisches Einbringen von Expertise und Erfahrung auch weiterhin leisten.



## ANLAGE 1      ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AAIB	Air Accidents Investigation Branch (UK)
ACARS	Aircraft Communications, Addressing and Reporting System
ADS-B	Automatic Dependent Surveillance Broadcast
AG	Arbeitsgruppe
AIBN	Accident Investigation Board Norway
AIP	Aeronautical Information Publication
AIR	Airborne Image Recorder
AIREP	deckt Routine und Special Air-Reports gemäß ICAO Annex 3, Ch. 5 "Aircraft Observations and Reports" ab
ALARP	As Low As Reasonably Practicable
AMC	Acceptable Means of Compliance
APEG	Air Proximity Evaluation Group
APU	Auxiliary Power Unit
ATC	Air Traffic Control
ATIS	Automatic Terminal Information Service
ATM	Air Traffic Management
BAF	Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung
BFU	Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung
BKA	Bundeskriminalamt
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BNK	Bedarfsgesteuerte Nachtkennzeichnung
BVLOS	Beyond Visual Line Of Sight
CPDLC	Controller Pilot Data Link Communications
CS	Certification Specifications
CZIB	Conflict Zone Information Bulletins
DDREF	Dose and Dose-Rate Effectiveness Factor
DFS	Deutsche Flugsicherung GmbH
DLR	Deutsches Luft- und Raumfahrtzentrum

DWD	Deutscher Wetterdienst
EAPPRI	European Action Plan for the Prevention of Runway Incursions
EASA	European Aviation Safety Agency
ECA	European Cockpit Association
EFB	Electronic Flight Bag
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service
EMAS	Engineered Material Arresting System
EPAS	European Plan for Aviation Safety
ETD	Explosive Tracking Device
EU	Europäische Union
E-(V)FR	Electronic Flight Rules
FAA	Federal Aviation Administration
FDM	Flight Data Monitoring
FLARM	Flugalarmsystem der Allgemeinen Luftfahrt
ft	Feet (Fuß); Maßeinheit
GASP	Global Aviation Safety Plan (ICAO)
GM	Guidance Material
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
GRF	Global Reporting Format
HRO	High Reliability Organization
IATA	International Air Transport Association
ICAO	International Civil Aviation Organization
IFR	Instrument Flight Rules
IFALPA	International Federation of Air Line Pilots Association
IT	Informationstechnologie
LBA	Luftfahrt-Bundesamt
LRST	Local Runway Safety Team
NAA	National Aviation Authority
NASA	National Aeronautics and Space Administration

nm	Nanometer
NOTAM	Notice to Airmen
NPAS	National Plan for Aviation Safety
OFP	Operational Flight Plan
ORG	Organisation
PBAOM	Performance Based Aerodrome Operating Minima
PBFS	Performance Based Fuel Schemes
PBN	Performance Based Navigation
PIREP	Pilot Report
RCAM	Runway Condition Assessment Matrix
RCO	Reduced Crew Operation
RCR	Runway Condition Report
RESA	Runway End Safety Area
RMT	Rule Making Task
RTC	Remote Tower Center
RVT	Remote Virtual Tower
RWYCC	Runway Condition Code
SAE	Society of Automotive Engineers
Satcom	Satellite Communications
SBAS	Satellite Based Augmentation System
SERA	Standardised European Rules of the Air
SESAR	Single European Sky ATM Research
SID	Standard Instrument Departure
SISG	Safety Improvement Sub-Group
SFAIRP	So Far As Is Reasonably Practicable
SMS	Safety Management System
SNOWTAM	Spezielles NOTAM bzgl. Bedingungen an Flughäfen, die mit dem Vorherrschen oder der Räumung von Schnee, Eis, Schneematsch und damit in Verbindung gebrachtem stehendem Wasser zusammenhängen.
SPI	Safety Performance Indicator
SSP	State Safety Programme

STAMP	Systems-Theoretic Accident Model and Processes
STAR	Standard Terminal Arrival Route
TALPA ARC	Takeoff and Landing Performance Assessment Aviation Rulemaking Committee
TCAS	Traffic Alert and Collision Avoidance System
TMZ	Transponder Mandatory Zone
UAS	Unmanned Aircraft System
UK CAA	UK Civil Aviation Authority
UTM	Unmanned Aircraft Systems Traffic Management
UV	Ultraviolett
VAAC	Volcanic Ash Advisory Center
VC	Vereinigung Cockpit e.V.
VERSA	Verkehrssicherheitsarbeit für Österreich
VFR	Visual Flight Rules
VLOS	Visual Line Of Sight
WAAS	Wide Area Augmentation System
VOLMET	Wetterinformationen für Flugzeuge im Flug

## ANLAGE 2      ARBEITSGRUPPEN UND TASK FORCES DER VC

### **AG AAP**

Die AG **Accident Analysis & Prevention** befasst sich mit den Themen Flugunfalluntersuchung und Flugsicherheit. Dazu zählen neben der Untersuchung und Aufklärung von Flugunfällen und Störfällen die Mitarbeit an der Weiterentwicklung von gesetzlichen Bestimmungen und Industriestandards sowie die zeitnahe Informationsverteilung von sicherheitsrelevanten Themen und Trends. Weiterhin betreut die AG das VC eigene Notfalltelefon und hilft betroffenen Mitgliedern bei Incidents und Accidents.

### **AG ADO**

Themen der AG **Aircraft Design & Operation** sind die kontinuierliche Steigerung der Flugsicherheit im weltweiten Betrieb von Verkehrsflugzeugen sowie die Verbesserung des Arbeitsumfeldes der Cockpitbesatzung. Alle Themen der Bereiche Flugzeugkonstruktion und Betrieb werden hier behandelt. Der Bereich Konstruktion umfasst dabei alle Aspekte des Flugzeugbaus (z.B. Flugverhalten, Zertifizierungsanforderungen, Triebwerksbau, Emissionen), der Flugzeugsysteme (z.B. Fluginstrumente, Pilotenassistenzsysteme, Bordsysteme) und Einbauten (z.B. Cockpitsicherung, Crew-Ruhebereiche, Notausgänge). Im Bereich Flugbetrieb sind Themen wie An- und Abflugverfahren, Leistungsberechnung oder operationelle Verfahren angesiedelt.

### **AG AGE**

Die AG **Airport & Ground Environment** befasst sich mit der kontinuierlichen Verbesserung der Sicherheit an Flughäfen und deren unmittelbaren Nahbereich. In diesem Zusammenhang werden die Verfahren und die Sicherheitsausrüstung der deutschen Verkehrs- und Regionalflughäfen untersucht und die Ergebnisse im jährlichen Flughafenchek veröffentlicht.

### **AG ATS**

Die Arbeit der AG **Air Traffic Services** umfasst alle Dienstleistungen, die für den fliegerischen Ablauf des Luftverkehrs von Bedeutung sind. Dazu gehören Air Traffic Management (ATM), Communication (COM), Navigation (NAV), Surveillance (SUR), Air Traffic Control (ATC), Aeronautical Charts (MAP) sowie Meteorology (MET). Ziel der AG ATS ist es, diese Dienste in Bezug auf die Sicherheit sowie die Anforderungen und Bedürfnisse von Cockpitbesatzungen aktiv mit zu gestalten.

### **AG BA**

Kernthema der AG **Business Aviation** ist der Geschäftsreiseflugverkehr und umfasst somit alle Belange des nicht planmäßigen Luftverkehrs. Unter diesen Themenbereich fallen firmeneigener Werksverkehr und der gewerbliche Betrieb von Geschäftsreiseflugzeugen zum Zweck des Transports von Personen und Fracht.

### **AG DAS**

Die AG **Diversity & Social** setzt sich mit sämtlichen Themen der Bereiche Gesundheit und Familie sowie deren Vereinbarkeit mit dem Beruf auseinander. Weiterhin ist es das Ziel, das Berufsbild „Pilotin“ in der Öffentlichkeit zu vermitteln. Gleichberechtigung für alle Menschen unabhängig der Hautfarbe, Herkunft, Religion und Geschlecht ist zentraler Standpunkt der AG und VC.

### **AG DG**

Alle Fragestellungen rund um den Umgang mit gefährlichen Gütern im Lufttransport werden in der **Dangerous Goods** behandelt. Dazu gehört insbesondere der sichere Transport von leicht entflammaren Gegenständen wie Batterien oder Stoffen, welche für den Menschen bei Kontakt gesundheitsschädlich sind.

### **AG FHE**

Die AG **Flight Health & Environment** befasst sich mit Themen rund um den Schutz der Gesundheit von Luftfahrzeugbesatzungen. Der Schwerpunkt der Arbeit liegt dabei auf kontaminierter Kabinenluft bei sogenannten Fume Events. Ziel ist es die Mitglieder der VC gegenüber etwaigen Fume Events vorzubereiten, im Ernstfall über das Notfalltelefon Hilfestellung zu leisten und an den wissenschaftlichen Untersuchungen bezüglich der Schädlichkeit von kontaminierter Kabinenluft auf den Menschen mitzuwirken.

### **AG FTL**

Die AG **Flight Time Limitation** beschäftigt sich mit den Vorschriften zur Festlegung von Flugdienst- und Ruhezeiten der Cockpitbesatzungen. Diese sollen gewährleisten, dass ein Flug unter dem Aspekt der psychischen und physischen Belastung der Besatzung sicher durchgeführt wird.

### **AG HEL**

Die AG **Helicopter** bündelt und vertritt die Interessen der deutschen Berufs- und Verkehrshubschrauberführer in Sachen Flugsicherheit auf nationaler und internationaler Ebene. Um bei themenübergreifenden Problemen, wie z.B. Vogelschlag-, Drohnenkollisionsrisiko oder Laserblendung einen möglichst guten Informationsfluss zu gewährleisten, steht die AG in engen Kontakt mit allen AGs der VC.

### **AG LEG**

Fragen zur Interpretation und Anwendung bestehender sowie neu zu schaffender Rechtsnormen in der Luftfahrt werden durch die AG **Legal (Recht)** bearbeitet.

### **AG MED**

Die AG **Flugmedizin** befasst sich mit Fragen der flugmedizinischen Tauglichkeitsuntersuchungen sowie der arbeitsmedizinischen Vorsorge.

### **AG QUAT**

Die AG **Qualification & Training** beschäftigt sich mit Fragen zu Auswahl, Ausbildung, Training und Lizenzangelegenheiten von Cockpitbesatzungen. Weiterhin erfolgt eine ständige Evaluation des Berufsbilds Pilot im Wandel der Gesellschaft und Technisierung.

### **AG UAS+**

Die AG **Unmanned Aircraft Systems Plus** setzt sich mit dem Betrieb von UAS, sogenannten Drohnen, auseinander. Zweck der AG Arbeit ist der Schutz der Luftfahrzeugbesatzungen und Passagiere, die Eindämmung von möglichen Kollisionsgefahren durch Drohnen sowie die Integration von unbemannten Luftfahrzeugsystemen in den Luftraum. Das wichtigste Ziel hierbei ist es, das heutige sehr hohe Sicherheitsniveau der bemannten Luftfahrt nicht durch die Einführung von unbemannten Luftfahrzeugsystemen zu beeinträchtigen.

### **AG SEC**

Die AG **Security** erarbeitet Vorschläge und Konzepte zur Luftsicherheit. Sie beschäftigt sich mit aktuellen Themen zu Bedrohungen am Boden und in der Luft, wie z.B. Passagier-/Crew- und Frachtkontrollen, Laser Attacken, Drohnenmissbrauch, Über- und Einflug in Krisengebiete.

### **AG STR**

Die AG **Strahlenschutz** wirkt mit bei der Interpretation und Umsetzung der Strahlenschutzverordnung in den Flugbetrieben in Deutschland. Des Weiteren beschäftigt sie sich mit Fragen zur Belastungsprävention. Ziel der Arbeit ist es, die wissenschaftlichen Grundlagen des Strahlenschutzes im Hinblick auf das fliegende Personal aufzubereiten, eigenverantwortliche Schutzmaßnahmen durchzuführen sowie in Politik und Verwaltung auf die speziellen Strahlenschutzprobleme des fliegenden Personals aufmerksam zu machen.

### **TF IT-SEC**

Die TF **Informationstechnologie und Security** befasst sich mit allen Aspekten, welche die Sicherheit der technischen Systeme (insbesondere die Flugsysteme an Bord von Luftfahrzeugen) betreffen. Dabei sind besonders die Zuverlässigkeit technischer Systeme und die Absicherung dieser vor Hackerangriffen zentrale Themen.

### **TF HT**

Die TF **Human Trafficking** setzt sich im Kampf gegen die steigende Anzahl an Opfern - verursacht durch Menschenhandel - ein.

### **TF RCO**

Die TF **Reduced Crew Operation** behandelt intensiv die Thematik reduzierter Cockpitbesatzungen sowie der damit verbundenen Forschung und Einsatzmöglichkeiten.



Verantwortlich im Sinne des Presserechts

**VEREINIGUNG COCKPIT e.V.**

Berufsverband der Verkehrsflugzeugführer\*innen  
in Deutschland

German Air Line Pilots' Association

Unterschweinstiege 10  
60549 Frankfurt

Tel: +49 (0)69 695976-0

Fax +49 (0)69 695976-150

[www.vcockpit.de](http://www.vcockpit.de)