

Studie über gemeldete Ereignisse in Verbindung mit der Qualität der Kabinenluft in Verkehrsflugzeugen

Die Studie wurde in Übereinstimmung mit der Verordnung (EU) Nr. 996/2010 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Oktober 2010 über die Untersuchung und Verhütung von Unfällen und Störungen in der Zivillufffahrt und dem Gesetz über die Untersuchung von Unfällen und Störungen bei dem Betrieb ziviler Luftfahrzeuge (Flugunfall-Untersuchungs-Gesetz - FIUUG) vom 26. August 1998 durchgeführt.

Danach ist das alleinige Ziel der Untersuchung die Verhütung künftiger Unfälle und Störungen. Die Untersuchung dient nicht der Feststellung des Verschuldens, der Haftung oder von Ansprüchen.

Herausgeber

Bundesstelle für
Flugunfalluntersuchung

Hermann-Blenk-Str. 16
38108 Braunschweig

Telefon 0 531 35 48 - 0
Telefax 0 531 35 48 - 246

E-Mail: box@bfu-web.de
Internet: www.bfu-web.de

Inhalt	Seite
Abkürzungen	6
Kurzdarstellung	9
1. Ausgangssituation	11
1.1 Zielsetzung der Studie	11
1.2 Aufgaben und Arbeitsweise der BFU	12
1.3 Meldungen von Ereignissen	16
1.3.1 Gemeldete Ereignisse im Zeitraum 2006 bis 2013	17
1.3.2 Berücksichtigte Meldungen im Zeitraum 2006 bis 2013	18
1.3.3 Meldungen von Fume Events	20
1.3.4 Unfälle	32
1.3.5 Exemplarische Schwere Störungen	33
1.3.6 Exemplarische nicht meldepflichtige Ereignisse mit BFU-Untersuchung (Störungen)	38
1.3.7 Exemplarische nicht meldepflichtige Ereignisse ohne BFU-Untersuchung (Störungen)	41
1.3.8 Fakten zur Entscheidungsfindung und Untersuchung	47
1.4 Systembeschreibung Kabinendruckregelung und Kabinenklimatisierung	51
1.4.1 Umgebungsbedingungen im Reiseflug	51
1.4.2 Klimatische Bedingungen in der Druckkabine	52
1.4.3 Funktionsweise des Environmental Control Systems	53
1.4.4 Zapfluftsystem	54
1.4.5 Fehlerfälle	55
1.5 Nachweisführung im Rahmen der Musterzulassung	55
1.5.1 Struktur der Bauvorschrift	56
1.5.2 Anforderungen an die Sauberkeit der Kabinenluft nach CS-25	56
1.6 Fume Events in Europa	59
2. Auswertung	61
2.1 Meldungen über Fume Events	61
2.2 Klassifizierung von Fume Events	64
2.2.1 Klassifizierung als Unfall	64
2.2.2 Klassifizierung als Schwere Störung	65
2.2.3 Klassifizierung als Störung	68
2.3 Bewertung der gemeldeten Ereignisse und der Untersuchungsergebnisse.	69
2.3.1 Fume Events mit Auswirkungen auf die Flugsicherheit	69

2.3.2	Fume Events mit möglichen Auswirkungen auf die Arbeitssicherheit der Besatzungsmitglieder	71
2.3.3	Fume Events mit Auswirkungen auf den Komfort der Flugzeuginsassen	72
2.3.4	Fume Events und mögliche Langzeitwirkungen	72
2.3.5	Technische Ursachen	77
2.4	Bauvorschriften und Nachweisführung	78
2.4.1	Gegenüberstellung der Forderungen der Bauvorschrift.....	78
2.4.2	Überwachung der Musterzulassung (Anwendung von Grenzwerten) / Nachweismethoden	82
2.5	Technische Auslegung der Kabinenluftaufbereitung und -verteilung	83
2.6	Bewertung der Aussagen und medizinischer Nachweise	85
2.7	Möglichkeiten und Grenzen der Bearbeitung durch die BFU.....	87
2.8	Operationelle Aspekte und Sicherheitsmechanismen.....	88
3.	Schlussfolgerungen	89
4.	Sicherheitsempfehlungen	90
5.	Anlagen	92

Abkürzungen

AFM	Airplane Flight Manual (Flughandbuch)
AMC	Acceptable Means of Compliance (Durchführungsanweisungen)
APU	Auxiliary Power Unit (Hilfstriebwerk)
APU Bleed	Zapfluft aus der APU
ASU	Air Starter Unit (Bodenstartgerät)
BfR	Bundesinstitut für Risikoanalyse
BFU	Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung
Bleed	Zapfluft
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
CK	Creatinkinase
CO	Kohlenstoffmonoxid
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CS-25	Certification Specifications for Large Aeroplanes (Zulassungsvorschriften für Großflugzeuge)
CS-APU	Certification Specification for APU (Zulassungsvorschriften für Hilfstriebwerke)
CS-E	Certification Specification for Engines (Zulassungsvorschriften für Triebwerke)
CVR	Cockpit Voice Recorder
DIN	Deutsches Institut für Normung
EASA	European Aviation Safety Agency Europäische Agentur für Flugsicherheit
ECCAIRS	European Coordination Centre for Accident and Incident Reporting Systems

ECS	Environmental Control System (Druck- und Klimaregelungssystem)
EN	Europäische Norm
EU	Europäische Union
FAA	Federal Aviation Administration (US-Luftfahrtbehörde)
FAR	Federal Aviation Regulations
FDR	Flugdatenschreiber
FL	Flight Level Flugfläche (Flugfläche)
FIUUG	Flug-Unfall-Untersuchungsgesetz
ft	Maßeinheit: foot, feet
hPa	Maßeinheit: Hektopascal
ICAO	International Civil Aviation Organization (Internationale Zivilluftfahrt-Organisation)
ICD	International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems
LBA	Luftfahrt-Bundesamt
LuftVO	Luftverkehrs-Ordnung
MIL	US-amerikanische technische Militärnorm
SAE	Society of Automotive Engineers
T/O	Start des Flugzeuges
TCP	Tricresylphosphate
VO (EU)	Verordnung der EU

Kurzdarstellung

Der Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung (BFU) werden seit einigen Jahren vermehrt sogenannte „Fume Events“¹ gemeldet. Dabei handelt es sich um Ereignisse jeglicher Art in Bezug auf Gerüche, Rauch oder Nebel im Flugzeuginnenraum sowie um gesundheitliche Beeinträchtigungen von Flugzeuginsassen. Ebenso wird das Thema zunehmend durch Flugbesatzungen, Berufsvertretungen, Medien und in politischen Gremien diskutiert.

Mit einer Studie im Sinne der Verordnung (EU) Nr. 996/2010 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Oktober 2010 über die Untersuchung und Verhütung von Unfällen und Störungen in der Zivilluffahrt wurden 845 im Zeitraum 2006 bis 2013 der BFU gemeldete Unfälle, Schwere Störungen und Störungen betrachtet.

Bei 663 Meldungen konnte ein Zusammenhang mit der Kabinenluft hergestellt werden. Bei 180 Meldungen wurden gesundheitliche Beeinträchtigungen beschrieben, ohne dass ein Zusammenhang zur Kabinenluftthematik erkennbar war.

Von den im Betrachtungszeitraum 663 gemeldeten Fume Events wurde in 460 Fällen das Auftreten von Geruch und in 188 Fällen eine Rauchentwicklung mitgeteilt. In 15 Fällen gab es weder Rauch noch Geruch aber bestimmte gesundheitliche Beschwerden, die mit einem Fume Event in Verbindung gebracht werden konnten.

Im Rahmen der Studie hat die BFU die gemeldeten Ereignisse in folgende Kategorien eingeteilt:

- Fume Events mit Auswirkungen auf die Flugsicherheit
- Fume Events mit möglichen Auswirkungen auf die Arbeitssicherheit der Besatzungsmitglieder
- Fume Events mit Auswirkungen auf den Komfort der Flugzeuginsassen
- Fume Events und mögliche Langzeitwirkungen auf Flugzeuginsassen

Die Auswertung der Daten für diese Studie zeigt im Ergebnis, dass die formalen Voraussetzungen für eine Schwere Störung bei einigen Fume Events durch das Aufsetzen der Sauerstoffmasken im Cockpit oder einen teilweisen Ausfall eines Piloten gegeben waren. In wenigen dieser Fälle waren Sicherheitsreserven so weit reduziert, dass eine im Sinne der Legaldefinition hohe Unfallwahrscheinlichkeit bestanden hat.

¹ Im weiteren Text als Fume Event bezeichnet

Es gab deutliche Anzeichen, die auf gesundheitliche Belastungen im Sinne der Arbeitsmedizin für Flugzeugbesatzungen und Kabinenbesatzungen hindeuten. Einzelne Meldungen gaben Hinweise auf gesundheitliche Beeinträchtigungen von Flugpassagieren.

Im Vergleich zu der Zahl aller Meldungen bezieht sich ein hoher Anteil auf Ereignisse, die nach Auffassung der BFU allein Auswirkungen auf den Komfort der Flugzeuginsassen haben. Es sind Meldungen, die zum Beispiel unangenehme, aber ungefährliche Gerüche beschreiben.

In zehn von allen der BFU bekannten Fume Events berichteten Meldende im Nachhinein über langfristige gesundheitliche Beeinträchtigungen. Bei allen Ereignissen handelte es sich um Geruchsfälle mit den Geruchsmerkmalen Ölgeruch oder "alte Socken". In acht der zehn Fälle wurde der BFU bekannt, dass die Meldenden sich in einer medizinischen Behandlung befinden.

Mit den derzeitig vorhandenen Mitteln und Möglichkeiten der Flugunfalluntersuchung ist die Untersuchung lange zurückliegender Ereignisse nicht möglich. Die Klärung möglicher Langzeitwirkungen in Verbindung mit Fume Events müsste nach Auffassung der BFU nach den Prinzipien der Klinischen Toxikologie erfolgen.

Bei den in der Studie betrachteten Fume Events kam es zu keinen erheblichen Einschränkungen der Flugsicherheit. Gleichwohl zeigt die Studie, dass Fume Events auftreten und zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen können. Eine Beurteilung der möglicherweise in Verbindung mit Fume Events aufgetretenen Langzeitwirkungen kann die BFU mit der Arbeitsweise und den Methoden der Flugunfalluntersuchung nicht bewerten.

Mit der Studie gibt die BFU vier Sicherheitsempfehlungen heraus. Die Sicherheitsempfehlungen beziehen sich auf

- eine verbesserte Identifikation und Verhinderung von möglicherweise gesundheitsgefährdenden Verunreinigungen in der Kabinenluft,
- eine Standardisierung der Meldeinhalte und -verfahren,
- eine Optimierung der Verfahren zur Nachweisführung der Qualität der Kabinenluft im Rahmen der Musterzulassung von Verkehrsflugzeugen,
- eine Bewertung eines möglichen Zusammenhangs zwischen gesundheitlichen Langzeitbeeinträchtigungen und Fume Events durch eine dafür qualifizierte Institution.

1. Ausgangssituation

1.1 Zielsetzung der Studie

Seit einigen Jahren werden Fume Events durch Flugbesatzungen, Berufsvertretungen, Medien und in politischen Gremien zunehmend diskutiert. Ebenso hat die Zahl der Meldungen dieser Ereignisse an die Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung zugenommen. Bei den Fume Events handelt es sich um Ereignisse jeglicher Art in Bezug auf Gerüche, Rauch oder Nebel im Flugzeuginnenraum sowie um gesundheitliche Beeinträchtigungen von Flugzeuginsassen.

Eine Untersuchung der gemeldeten Ereignisse durch die BFU mit den bestehenden Verfahren für die Untersuchung von Unfällen und Schwere Störungen stößt an Grenzen. Nicht nur die hohe Anzahl der Meldungen spielt eine Rolle, sondern es sind auch die Möglichkeiten zur zeitgerechten Ermittlung nachweisbarer Fakten eingeschränkt. Die Bearbeitung dieser Ereignisse hat gezeigt, dass der Zugriff auf Daten und Nachweise zur Klärung einer möglichen Fehlfunktion von Flugzeugsystemen sowie die Erfassung und Bewertung medizinischer Daten in einer Vielzahl von Fällen nur sehr eingeschränkt oder gar nicht möglich ist.

Nach den Erfahrungen der BFU mit den vorliegenden Meldungen und Erkenntnissen aus den bisherigen Untersuchungen erfordern die Fume Events eine differenzierte Betrachtung. Hinsichtlich der Bedeutung und Schwere der Ereignisse ist eine Bandbreite erkennbar, die mit harmlosen Gerüchen oder leichten Rauchentwicklungen beginnt und über Beeinträchtigungen durch Reizung der Augen oder Nase, Einschränkungen in der Handlungsfähigkeit von Flugbesatzungen (Incapacitation) bis hin zu nicht ausschließbaren langfristigen gesundheitlichen Beeinträchtigungen reicht.

Vor diesem Hintergrund hat die BFU sich entschieden, das Thema im Rahmen einer Studie zu betrachten. Mit der Studie auf Grundlage der Verordnung (EU) Nr. 996/2010 des europäischen Parlaments und des Rates über die Untersuchung und Verhütung von Unfällen und Störungen in der Zivilluffahrt (VO (EU) Nr. 996/2010) sollen Meldungen und Ergebnisse von durch die BFU untersuchten Einzelereignissen zusammengefasst und bewertet werden.

Ziel der Studie soll sein:

- bei der BFU eingegangene Meldungen zu beschreiben
- die Klassifizierung (Unfall, Schwere Störung, Störung) zu erläutern
- Einzelfälle auf Basis der Fakteninformation zu beschreiben
- Ereignisse zu bewerten im Hinblick auf
 - Relevanz für die Flugsicherheit
 - arbeits- und umweltmedizinische Aspekte
 - Aspekte des Komforts
 - mögliche langfristige gesundheitliche Beeinträchtigungen
- eine mögliche Beeinflussung durch Kabinendruckregelung und –klimatisierung zu prüfen
- mögliche Fehlfunktionen in der Kabinendruckregelung und –klimatisierung zu beschreiben
- mögliche Sicherheitsdefizite aufzuzeigen
- Grenzen der Untersuchungsmöglichkeiten der BFU zu erläutern

1.2 Aufgaben und Arbeitsweise der BFU

Die Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung (BFU) ist eine Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). Sie hat die Aufgabe, Unfälle und Schwere Störungen beim Betrieb von Luftfahrzeugen in Deutschland zu untersuchen und deren Ursachen zu ermitteln.

Rechtsgrundlagen sind die Verordnung (EU) Nr. 996/2010 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Oktober 2010 über die Untersuchung und Verhütung von Unfällen und Störungen in der Zivilluftfahrt (VO (EU) Nr. 996/2010), das Gesetz über die Untersuchung von Unfällen und Störungen bei dem Betrieb ziviler Luftfahrzeuge (Flugunfall-Untersuchungs-Gesetz - FIUUG) vom 26. August 1998 sowie hinsichtlich der Anzeige von Flugunfällen und Störungen § 5 der Luftverkehrs-Ordnung (LuftVO).

Nach Artikel 1 VO (EU) Nr. 996/2010 und § 3 FIUUG ist das alleinige Ziel der Untersuchung die Verhütung künftiger Unfälle und Störungen. Die Untersuchung dient nicht der Feststellung des Verschuldens, der Haftung oder von Ansprüchen.

Die Rechtsgrundlagen beinhalten folgende Definitionen:

Unfall:

Ein Ereignis beim Betrieb eines Luftfahrzeugs vom Beginn des Anbordgehens von Personen mit Flugabsicht bis zu dem Zeitpunkt, zu dem diese Personen das Luftfahrzeug wieder verlassen haben, wenn hierbei:

1. eine Person tödlich oder schwer verletzt worden ist

- an Bord eines Luftfahrzeugs oder*
- durch unmittelbare Berührung mit dem Luftfahrzeug oder einem seiner Teile, auch wenn sich dieser Teil vom Luftfahrzeug gelöst hat, oder*
- durch unmittelbare Einwirkung des Turbinen- oder Propellerstrahls eines Luftfahrzeugs,*

es sei denn, dass der Geschädigte sich diese Verletzungen selbst zugefügt hat oder diese ihm von einer anderen Person zugefügt worden sind oder eine andere von dem Unfall unabhängige Ursache haben, oder dass es sich um Verletzungen von unbefugt mitfliegenden Personen handelt, die sich außerhalb der den Fluggästen und Besatzungsmitgliedern normalerweise zugänglichen Räume verborgen hatten, oder

2. das Luftfahrzeug oder die Luftfahrzeugzelle einen Schaden erlitten hat und

- dadurch der Festigkeitsverband der Luftfahrzeugzelle, die Flugleistungen oder die Flugeigenschaften beeinträchtigt sind und*
- die Behebung dieses Schadens in aller Regel eine große Reparatur oder einen Austausch des beschädigten Luftfahrzeugbauteils erfordern würde;*

es sei denn, dass nach einem Triebwerkschaden oder Triebwerkausfall die Beschädigung des Luftfahrzeugs begrenzt ist auf das betroffene Triebwerk, seine Verkleidung oder sein Zubehör, oder dass der Schaden an einem Luftfahrzeug begrenzt ist auf Schäden an Propellern, Flügelspitzen, Funkantennen, Bereifung, Bremsen, Beplankung oder auf kleinere Einbeulungen oder Löcher in der Außenhaut, oder

3. das Luftfahrzeug vermisst wird oder nicht zugänglich ist.

Schwere Störung:

Ein Ereignis beim Betrieb eines Luftfahrzeugs, dessen Umstände darauf hindeuten, dass sich beinahe ein Unfall ereignet hätte.

Störung (FIUUG):

Ein anderes Ereignis als ein Unfall, das mit dem Betrieb eines Luftfahrzeugs zusammenhängt und den sicheren Betrieb beeinträchtigt oder beeinträchtigen könnte.

Tödliche Verletzung:

Eine Verletzung, die eine Person bei einem Unfall erlitten hat und die unmittelbar bei dem Unfall oder innerhalb von 30 Tagen nach dem Unfall ihren Tod zur Folge hat.

Schwere Verletzung:

Eine Verletzung, die eine Person bei einem Unfall erlitten hat und die

- 1. einen Krankenhausaufenthalt von mehr als 48 Stunden innerhalb von 7 Tagen nach der Verletzung erfordert oder*
- 2. Knochenbrüche zur Folge hat (mit Ausnahme einfacher Brüche von Fingern, Zehen oder der Nase) oder*
- 3. Risswunden mit schweren Blutungen oder Verletzungen von Nerven, Muskeln- oder Sehnensträngen zur Folge hat oder*
- 4. Schäden an inneren Organen verursacht hat oder*
- 5. Verbrennungen zweiten oder dritten Grades oder von mehr als fünf Prozent der Körperoberfläche zur Folge hat oder*
- 6. Folge einer nachgewiesenen Aussetzung gegenüber infektiösen Stoffen oder schädlicher Strahlung ist.*

Nach Artikel 5 VO (EU) Nr. 996/2010 und § 3 FIUUG werden Unfälle und Schwere Störungen durch die BFU untersucht. § 3 Abs. 4 FIUUG ermöglicht eine Untersuchung von Störungen, wenn die BFU hiervon bedeutende Kenntnisse für die Sicherheit in der Luftfahrt erwartet.

Das alleinige Ziel aller Untersuchungen durch die BFU ist, künftige Unfälle zu vermeiden.

Zu jeder Untersuchung wird nach § 18 FIUUG ein Bericht der BFU in einer der Art und Schwere des Ereignisses angemessenen Form verfasst. Der Bericht gibt, unter Wahrung der Anonymität der an dem Unfall oder an der Störung beteiligten Personen, Auskunft über die Einzelheiten des Unfall-/Störungshergangs, über die beteiligten Luftfahrzeuge, die äußeren Umstände, die Ergebnisse der Untersuchungshandlungen und Gutachten, Beeinträchtigungen der Untersuchungen und ihre Gründe, die Auswertung aller Ergebnisse und die Feststellung der Ursachen oder der wahrscheinlichen Ursachen des Unfalls oder der Störung.

Der Bericht enthält nach Möglichkeit Sicherheitsempfehlungen nach § 19 FIUUG.

Unfälle und Störungen, deren Untersuchungsergebnisse nicht von besonderer Bedeutung für die Flugsicherheit sind, werden laut § 18 (4), (5), FIUUG mit einem summarischen Untersuchungsbericht abgeschlossen. Der summarische Bericht gibt lediglich Auskunft über die an dem Unfall oder der Störung beteiligten Luftfahrzeuge und den Flugverlauf.

Die BFU kann Sicherheitsempfehlungen nach Artikel 17 VO (EU) Nr. 996/2010 auch auf der Grundlage von Studien oder Analysen einer Reihe von Untersuchungen oder anderer Tätigkeiten herausgeben.

Die Methodik der BFU ist so ausgerichtet, dass zu einem konkreten Ereignis Fakten ermittelt werden, die dann zu bewerten sind. Ausgehend davon wird die Ursache festgestellt.

Zu den faktischen Feststellungen gehört die Beantwortung folgender Fragen:

- Was ist passiert?
- Wer hat welche Handlungen auf welcher Grundlage (Manuals, Verfahren, ...) getroffen?
- Welche Rolle hat das Flugzeug oder haben Systeme des Flugzeuges gespielt?
- Welche Rolle haben Randbedingungen, wie Wetter, Flugsicherungseinrichtungen, Flughäfen, ...) gespielt?

Bei der Bewertung der faktischen Feststellungen werden Handlungen von beteiligten Personen und die Funktionalität von technischen Systemen beurteilt. Im Vordergrund stehen dabei die Fragestellungen:

- Warum ist es zu Fehlhandlungen gekommen?
- Waren vorgegebene Verfahren ausreichend?
- Hat ein technisches System (Flugzeug, Systeme, ...) wie vorgesehen funktioniert?
- War das System ausreichend fehlertolerant?
- Waren die Vorgaben für die Entwicklung, Herstellung und Musterzulassung des Flugzeuges ausreichend?

Bezogen auf Ereignisse in Verbindung mit Fume Events findet die allgemeingültige Arbeitsweise einer Untersuchungsbehörde ebenfalls Anwendung. Im Zusammenhang mit der Klassifizierung eines Ereignisses als Unfall, Schwere Störung oder Störung wird festgestellt, welche Beeinträchtigungen es bei Flugbesatzungen, Kabinenpersonal und Passagieren gegeben hat.

Wenn nachweisbare Fakten vorliegen, wird geklärt, ob das für die Druckkabine und Klimatisierung zuständige System wie vorgesehen funktioniert hat oder wodurch und warum es zu einer Verunreinigung der Luft gekommen ist.

Bei der Beurteilung wird ein Vergleich mit den Vorgaben vorgenommen:

- Bauvorschriften für das Flugzeug (z.B. CS-25)
- ergänzendes Material für die Musterzulassung
- Standards und Normen

1.3 Meldungen von Ereignissen

Die Meldung von Flugunfällen und Störungen bei dem Betrieb von Luftfahrzeugen an die BFU erfolgt auf der Basis der national anwendbaren Luftverkehrs-Ordnung (Luft-VO) und der europaweit gültigen VO (EU) Nr. 996/2010.

Meldungen nach § 5 LuftVO

Unfälle und Schwere Störungen bei dem Betrieb ziviler Luftfahrzeuge hat der verantwortliche Luftfahrzeugführer laut § 5 LuftVO² der BFU unverzüglich zu melden. Wenn dieser verhindert ist, hat bei Unfällen ein anderes Besatzungsmitglied oder, sofern keine dieser Personen dazu in der Lage ist, der Halter des Luftfahrzeugs zu melden.

Dies gilt auch für Unfälle und Schwere Störungen außerhalb der Bundesrepublik Deutschland beim Betrieb deutscher Luftfahrzeuge oder ausländischer Luftfahrzeuge, die zur Zeit des Ereignisses von deutschen Luftfahrtunternehmen aufgrund eines Halter-Vertrages betrieben werden.

Darüber hinaus sind die Luftaufsichtsstellen, die Flugleitungen auf Flugplätzen und die Flugsicherungsdienststellen verpflichtet, bei Bekanntwerden eines Unfalls oder einer Schwere Störung bei dem Betrieb eines Luftfahrzeugs dies unverzüglich der Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung zu melden.

Pflichten zur Abgabe von Meldungen an das Luftfahrt-Bundesamt (LBA) und an andere Luftfahrtbehörden aufgrund anderer Vorschriften oder Auflagen bleiben unberührt. Dazu zählen zum Beispiel Meldungen von sicherheitsrelevanten Ereignissen nach § 5b LuftVO.

Meldungen nach VO (EU) Nr. 996/2010

Nach Artikel 9 der VO (EU) Nr. 996/2010 sind Unfälle und Schwere Störungen durch jede beteiligte Person der zuständigen Sicherheitsuntersuchungsstelle des Ereignisstaates unverzüglich zu melden.

Als „beteiligte Person“³ zählen laut Artikel 2 (11.) der VO (EU) Nr. 996/2010 unter anderem Mitglieder der Besatzung.

1.3.1 Gemeldete Ereignisse im Zeitraum 2006 bis 2013

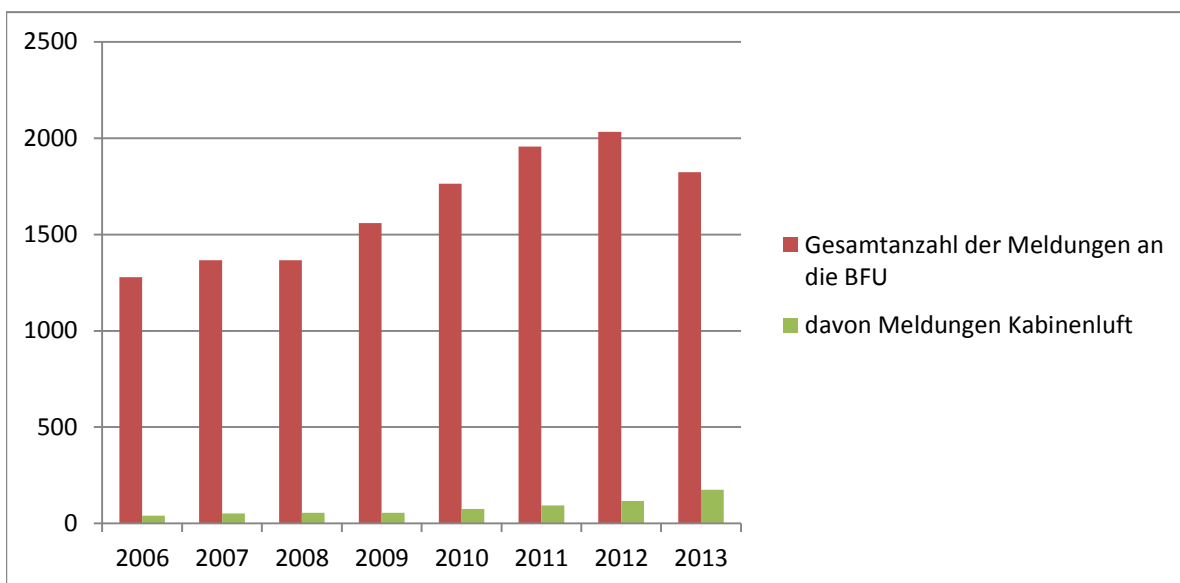
Nach den oben genannten Definitionen und Meldepflichten wurden der BFU im Betrachtungszeitraum 2006 bis 2013 insgesamt 12 829 Ereignisse gemeldet. Diese teilen sich wie folgt auf:

² vollständiger Verordnungstext: § 5 Luftverkehrs-Ordnung

³ vollständiger Verordnungstext: Artikel 2 (11.) VO (EU) Nr. 996/2010

- 2 259 Unfälle (alle Luftfahrzeuge)
- 362 Schwere Störungen (Verkehrsflugzeuge)
- 10 208 nicht meldepflichtige Ereignisse

Diese Meldungen umfassten alle Aktivitäten der BFU. Dazu gehörten sowohl Meldungen über Ereignisse im In- und Ausland wie auch Meldungen über Ereignisse in der Allgemeinen Luftfahrt.



Fume Events im Vergleich zur Gesamtzahl der Meldungen

1.3.2 Berücksichtigte Meldungen im Zeitraum 2006 bis 2013

In dieser Studie wurden Ereignisse betrachtet, die in Verbindung mit

- Rauch
- Geruch
- speziellen Symptomen bei Flugzeuginsassen

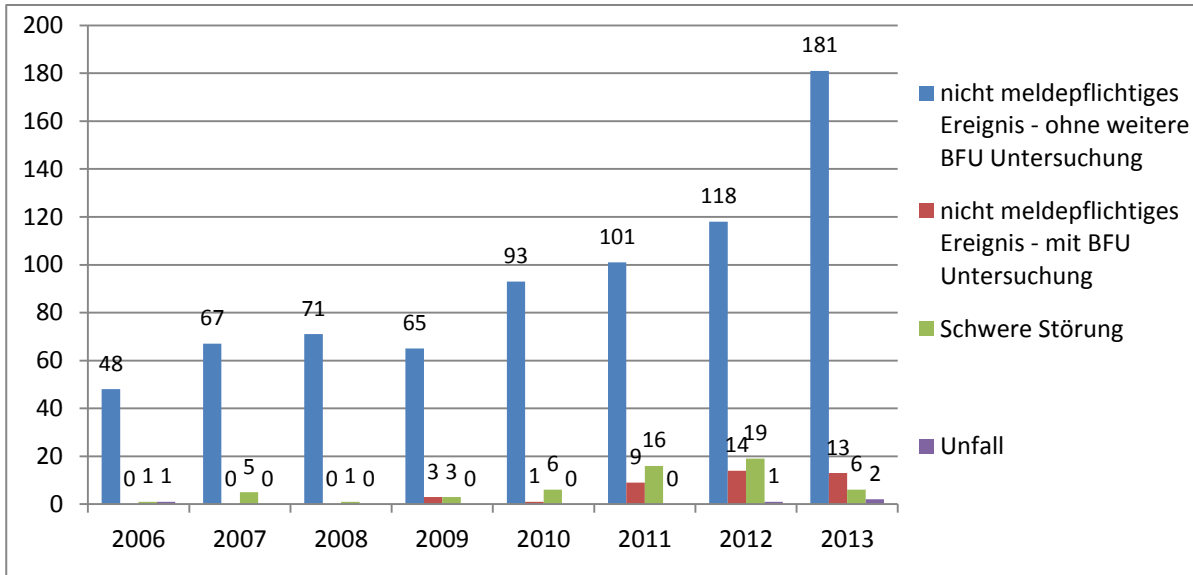
gebracht wurden.

Dabei wurden auch Fälle berücksichtigt, die nur einen indirekten Bezug zu den Fume Events hatten. Dazu gehörten beispielsweise:

- Unfall mit Entstehung eines Feuers nach dem Anlassen der Triebwerke bei einer Antonov AN-12 in Leipzig und ein Unfall mit einer Falcon 20 nach einer massiven Rauchentwicklung durch das Zünden einer pyrotechnischen Rakete in der Flugzeugkabine
- Feuer
- Dampf im Cockpit
- metallischer Geruch und Funkenbildung aus der Klimaanlage kurz nach dem Start

Im Zeitraum 2006 bis 2013 hat die BFU nach der oben genannten Betrachtung insgesamt 845 Ereignisse mit Verkehrsflugzeugen registriert. Davon wurden vier Ereignisse als Unfall und 57 als Schwere Störung klassifiziert. In diesem Zusammenhang wurden 784 nicht meldepflichtige Störungen angezeigt. Von diesen wurde in 40 Fällen eine Untersuchung eingeleitet, weil die BFU im Sinne von § 3 Abs. 4 FIUUG hier Erkenntnisse erwarten konnte, die zum Verständnis von Unfällen und Schwere Störungen möglicherweise beitragen würden.

Diese Ereignisse verteilten sich im Zeitraum 2006 bis 2013 wie folgt:



Klassifizierung und Aufteilung der in der Studie berücksichtigten Meldungen im Zeitraum 2006 bis 2013

Von insgesamt 845 in die Studie mit einbezogenen Meldungen wurde in 663 Fällen ein Zusammenhang mit dem Thema Kabinenluft hergestellt. Bei 180 Meldungen wurden gesundheitliche Beeinträchtigungen beschrieben, ohne dass ein Zusammenhang zur Kabinenluftthematik bestehen konnte. In einem Fall kam es zu einem Brand eines Flugzeuges auf dem Vorfeld und in einem weiteren zu Funkenflug und Geruchsentwicklung durch einen defekten Lüfter.

1.3.3 Meldungen von Fume Events

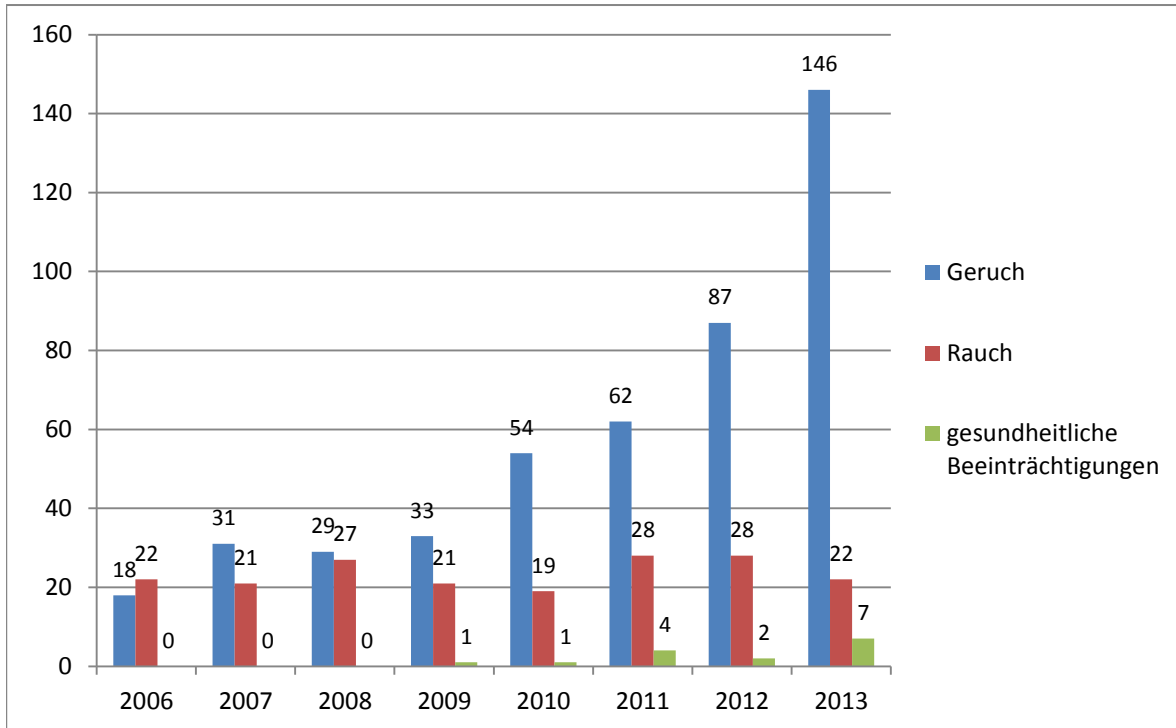
Für Fume Events existiert keine Legaldefinition im Sinne des ICAO Annex 13, der VO (EU) Nr. 996/2010 oder des FIUUG. Die BFU subsumierte in dieser Studie unter dem Begriff Fume Events Ereignisse, bei denen im Cockpit oder im Fluggastraum Rauch oder Geruch auftrat. Außerdem wurden Ereignisse ohne Rauch- oder Geruchsentwicklung berücksichtigt, bei denen sich bestimmte Beschwerden, wie zum Beispiel Unwohlsein, Kopfschmerzen, Benommenheit, Händezittern oder Ähnliches, bemerkbar machten.

Symptome, Verletzungen oder Krankheiten, die nachweislich oder offensichtlich nicht mit einer verunreinigten Kabinenluft in Verbindung zu bringen waren, wurden hier unter dem Aspekt Kabinenluft oder Fume Events nicht berücksichtigt. Dazu zählen zum Beispiel der Ausfall von Besatzungsmitgliedern oder Passagieren durch Herzinfarkt, Schlaganfall, Magen- und Darmverstimmung oder ähnliche Erkrankungen.

Die Klassifizierung der Ereignisse in Unfall, Schwere Störung oder Störung erfolgt nach den Legaldefinitionen des ICAO Annex 13, der VO (EU) Nr. 996/2010 bzw. des FlUUG. Der BFU-interne Prozess für die Vorbereitung der Entscheidungsfindung zur Klassifizierung sowie zur Klärung der Anforderung notwendiger Nachweise ist in einem Entscheidungsdiagramm beschrieben (Anlage 5.1).

Insgesamt wurden im Betrachtungszeitraum 663 Fume Events gemeldet. In 460 dieser Fälle wurde ein Auftreten von Geruch und in 188 Fällen über eine Rauchentwicklung berichtet. In 15 Fällen gab es weder Rauch noch Geruch aber bestimmte gesundheitliche Beschwerden, die möglicherweise mit einem Fume Event in Verbindung zu bringen waren.

Für die Jahre 2006 bis 2013 ergibt sich folgende Aufteilung der als Fume Events eingestuftten Meldungen:

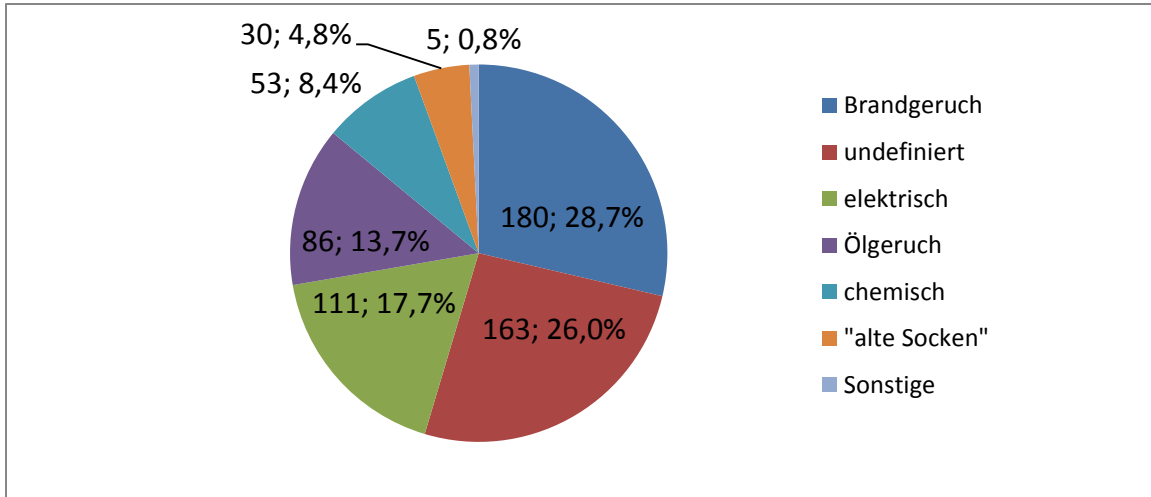


Meldungen mit Geruch, Rauch, gesundheitliche Beeinträchtigungen

Beschreibung der Rauchentwicklung und Gerüche

In 648 Fällen war es zu Rauch- oder Geruchsentwicklung gekommen. In 628 dieser Fälle wurde der Geruch näher beschrieben.

Die Angaben teilen sich wie folgt auf:

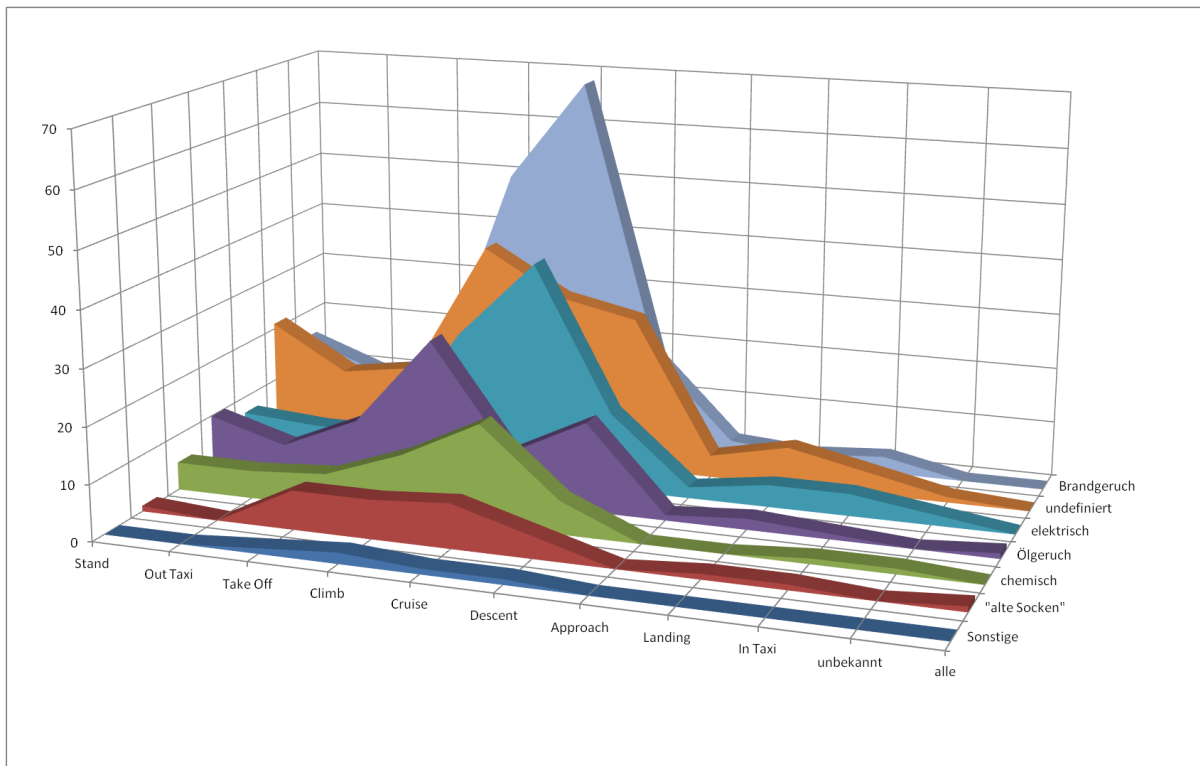


Beschreibung der Gerüche in den Meldungen

Zuordnung der Rauch- und Geruchsbeschreibungen zu einer Flugphase

624 Ereignisse mit Rauch- oder Geruchsentwicklungen wurden einer Flugphase zugeordnet. Zwei Ereignisse bezogen sich auf alle Flugphasen. Danach sind 163 Ereignisse im Steigflug und 175 im Reiseflug aufgetreten. 86 Ereignisse wurden mit dem Sinkflug verbunden. Zehn Ereignisse traten im Anflug und 16 in der Landephase auf. Beim Rollen am Boden vor dem Flug und nach dem Flug gab es 40 bzw. 14 Ereignisse. Im Stand waren es 59 und beim Start ebenfalls 59 Ereignisse.

Aufgeteilt auf den Betrachtungszeitraum 2006 bis 2013 ergibt sich folgende Verteilung:

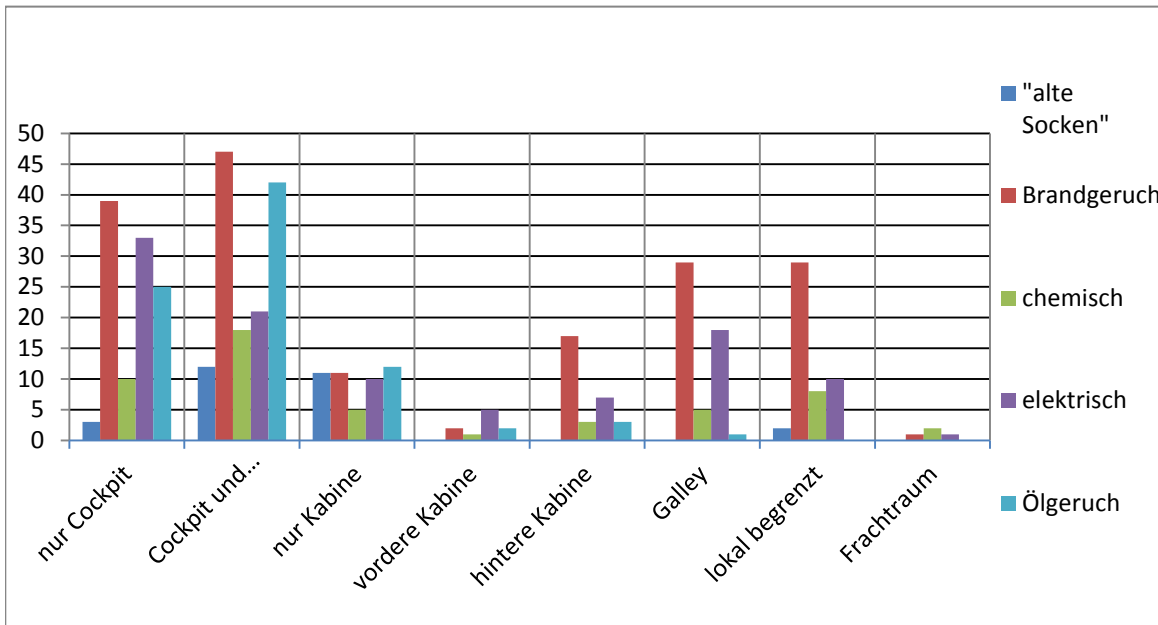


Auftreten von Rauch- und Geruchsentwicklung nach Flugphasen

Entstehungsorte von Rauch- und Geruchsentwicklungen

Bei der Frage nach dem Ort der Geruchsentwicklung hat sich gezeigt, dass bei insgesamt 445 Angaben 140-mal Cockpit und Kabine, 110-mal nur Cockpit, 53-mal Galley, 49-mal nur Kabine, 10-mal die vordere Kabine und 30-mal die hintere Kabine angegeben wurde. Vier Feststellungen gab es im Frachtraum und in 49 Fällen wurde die Ausbreitung mit „lokal begrenzt“ erläutert.

In einigen Meldungen wurden Angaben von mehreren Personen mitgeteilt, die sich an unterschiedlichen Orten im Flugzeug aufgehalten haben. Es wurden die Orte mit der größeren räumlichen Ausdehnung der Rauch- oder Geruchsentwicklung berücksichtigt.



Rauch- und Geruchsentwicklung nach Entstehungsorten

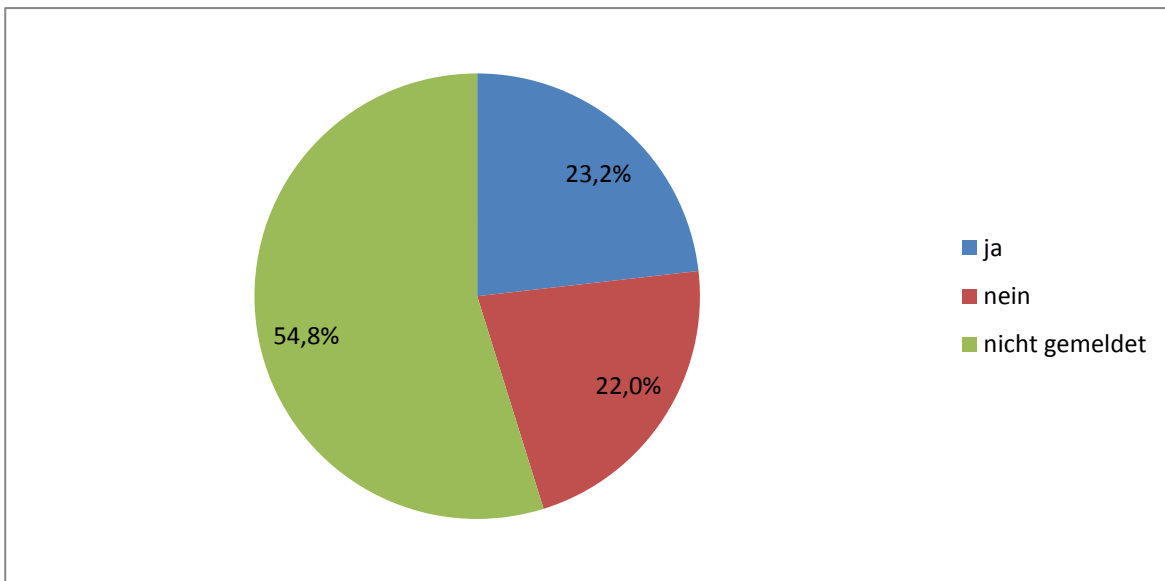
Mehrfachmeldungen von Fume Events bezogen auf einzelne Flugzeuge

Die Meldungen von Fume Events verteilen sich im Betrachtungszeitraum 2006 bis 2013 auf 462 verschiedene Flugzeuge. Bezogen auf das Kennzeichen (Registrierung) gab es ein Flugzeug mit zwölf Meldungen, ein Flugzeug mit acht Meldungen, sieben Mal war in der Meldung kein Flugzeugkennzeichen angegeben, vier Flugzeuge mit fünf Meldungen, elf Flugzeuge mit vier Meldungen, 30 Flugzeuge mit drei Meldungen, 67 Flugzeuge mit zwei Meldungen und 349 Flugzeuge mit jeweils einer Meldung.

357 der 462 Flugzeuge waren in der Bundesrepublik Deutschland und 105 Flugzeuge waren im Ausland zum Verkehr zugelassen.

Aufsetzen der Sauerstoffmasken

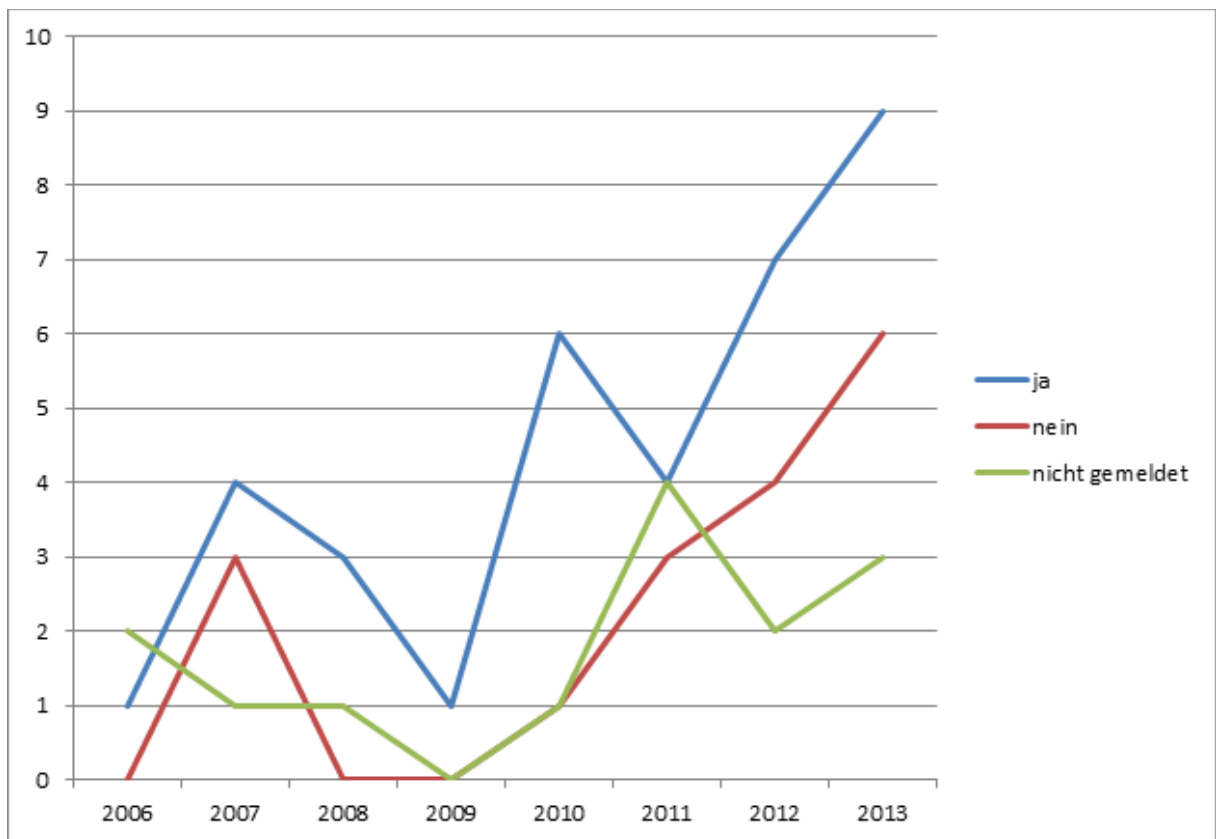
Die 663 Meldungen im Betrachtungszeitraum 2006 bis 2013 wurden hinsichtlich des Aufsetzens der Sauerstoffmasken im Cockpit ausgewertet. Dabei ergibt sich, dass 154-mal die Masken aufgesetzt wurden und 146-mal die Masken nicht aufgesetzt wurden. Bei 363 Meldungen gibt es dazu keine Angabe. Die prozentuale Aufteilung ist danach wie folgt:



Auswertung der Meldungen im Hinblick auf das Aufsetzen der Sauerstoffmasken im Cockpit

Aufsetzen der Sauerstoffmasken bei gesundheitlichen Beschwerden

In 35 Fällen mit gesundheitlichen Beschwerden haben ein oder beide Piloten im Cockpit die Sauerstoffmaske aufgesetzt. Den Meldungen war zu entnehmen, dass bei 17 dieser Fälle keine Sauerstoffmasken aufgesetzt wurden. Bei 14 Meldungen in Verbindung mit gesundheitlichen Beschwerden von Piloten hat die BFU keine Information, ob die Piloten die Sauerstoffmasken aufgesetzt haben oder nicht.

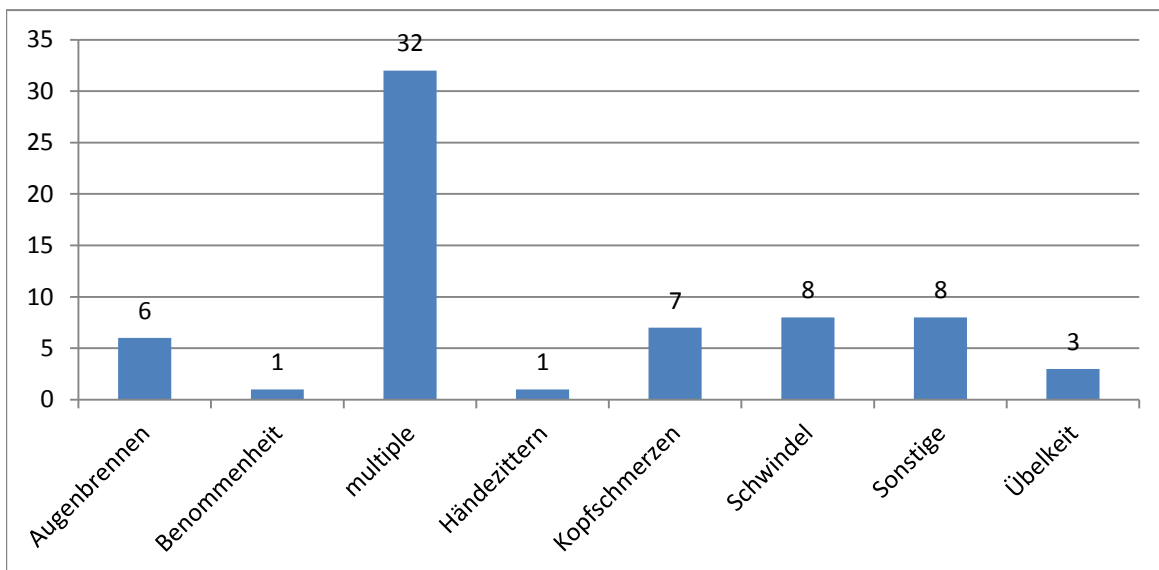


Fallzahlen hinsichtlich der Nutzung von Sauerstoffmasken im Cockpit bei gesundheitlichen Beschwerden

In sechs Fällen war das Aufsetzen der Sauerstoffmasken im Cockpit nach Bewertung der Faktenlage durch die BFU zwingend notwendig (Unfall oder Schwere Störung).

Gesundheitliche Beschwerden von Piloten

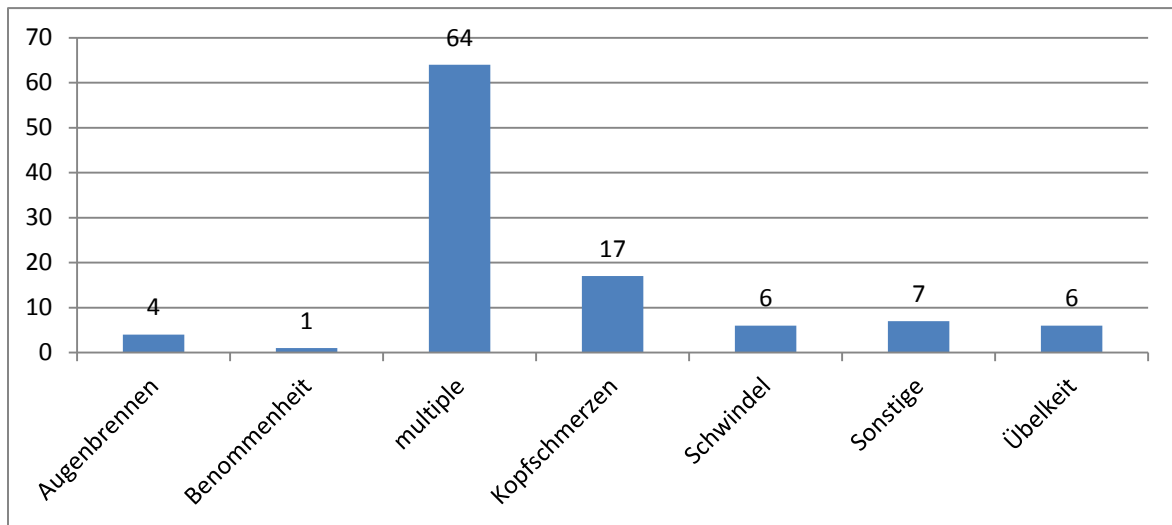
Die in 66 Meldungen beschriebenen gesundheitlichen Beschwerden von Piloten sind Augenbrennen, Benommenheit, Händezittern, Kopfschmerzen, Schwindel und Übelkeit. Unter multiple Beschwerden wurden die Fälle gezählt, bei denen mehrere der oben genannten Beschwerden angegeben wurden. Sonstige sind Beschwerden, die nicht näher spezifiziert wurden. Es ergibt sich folgende Verteilung:



Beschreibung der gesundheitlichen Beschwerden von Piloten

Gesundheitliche Beschwerden der Kabinenbesatzung

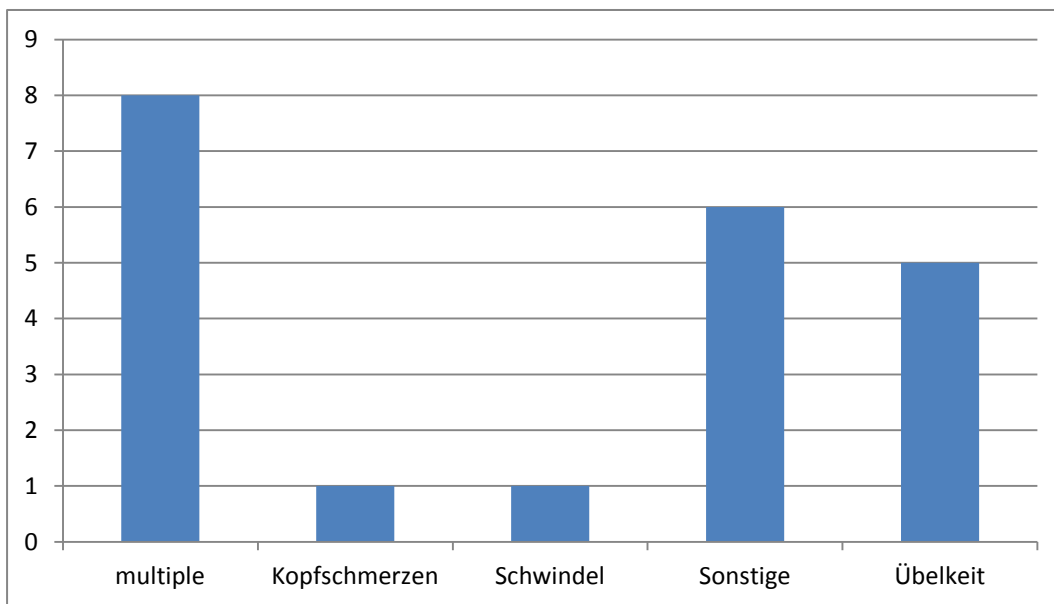
Die von 105 Kabinen-Besatzungsmitgliedern beschriebenen gesundheitlichen Beschwerden sind Augenbrennen, Benommenheit, Kopfschmerzen, Schwindel und Übelkeit. Unter multiple Beschwerden wurden die Fälle gezählt, bei denen mehrere der oben genannten Beschwerden angegeben wurden. Sonstige sind Beschwerden, die nicht näher spezifiziert wurden. Es ergibt sich folgende Verteilung:



Beschreibung der gesundheitlichen Beschwerden der Kabinen-Besatzungsmitglieder

Gesundheitliche Beschwerden von Fluggästen

Die von 21 Fluggästen beschriebenen gesundheitlichen Beschwerden sind Kopfschmerzen, Schwindel und Übelkeit. Unter multiple Beschwerden wurden die Fälle gezählt, bei denen mehrere der oben genannten Beschwerden angegeben wurden. Sonstige sind Beschwerden, die nicht näher spezifiziert wurden. Es ergibt sich folgende Verteilung:



Beschreibung der gesundheitlichen Beschwerden der Fluggäste

Technische Ursachen

Bei Meldungen im Zusammenhang mit Geruchsereignissen wurden teilweise technische Ursachen mitgeteilt. Diese wurden von der BFU hinterfragt, wenn eine Untersuchung eingeleitet wurde. In den anderen Fällen wurden die Inhalte aus den Meldungen direkt übernommen.

System	Anzahl	Beispiele
APU	24	Öl, Enteisungsflüssigkeit
Avionik	13	Lüfter
Brand	9	
ECS	23	Lüfter
Elektr. Systeme	33	Lüfter, andere Bauteile
Elektr. Systeme der Kabine	21	Lampen
externe Verunreinigungen	11	Trockeneis, Zigaretten, Passagiergepäck
Kaffeemaschine	11	Verschmutzungen / defekt
Öfen	24	Verschmutzungen oder Fremdkörper
Systemfehler	9	Undichtigkeiten von Hydraulik- oder Kraftstoffleitungen
eingebrachte technische Stoffe	8	Kleber, Enteisungsflüssigkeit
Triebwerk	13	
Triebwerk - Kompressor waschen	11	
Triebwerk - Ölüberfüllung	3	
Triebwerk - Vogelschlag	10	
Sonstiges	5	nicht einer der o.g. Gruppen zuzuordnen
nicht festgestellt	42	
unbekannt	386	
keine	3	

Übermittelte technische Ursachen

Quelle: BFU

1.3.4 Unfälle

Unfall mit einer Dassault Falcon 20

Während des Reisefluges kam es durch unbeabsichtigtes Zünden eines pyrotechnischen Notsignals zu einem Brand in der Passagierkabine des Flugzeuges. Die Besatzung entschloss sich zu einer Notlandung auf dem Flugplatz Kiel-Holtenau. Beim Ausrollen überschoss das Luftfahrzeug das Ende der Landebahn 08 und kam an dem anschließenden abfallenden Hang zum Stillstand.

Die Flugbegleiterin erlitt schwere Verletzungen, die anderen fünf Insassen wurden leicht verletzt.

Unfall mit einer Avions de Transport Régional ATR 72-500

Nach Angaben des verantwortlichen Flugzeugführers meldete eine Flugbegleiterin Rauch und Geruch nach verbranntem Kunststoff in der Kabine. Während daraufhin die Cockpitbesatzung die Notfall-Checkliste für „Smoke“ (Rauch) abarbeitete, ereignete sich im rechten Triebwerk nach Angabe der Flugbesatzung eine „Explosion“. Gleich darauf wurde die Feuerwarnung von Triebwerk 2 im Cockpit angezeigt. Die Cockpitcrew setzte das Triebwerk 2 außer Betrieb und löste zehn Sekunden nach Auslösen der Warnung den ersten Löschmittelbehälter aus. Nach Ausbringen des Löschmittels brach die Feuerwarnung ab.

Die Piloten stabilisierten das Flugzeug im Einmotorenflug, erklärten Luftnotlage und kehrten nach München zurück.

Bei der Landung auf der Piste 26L kam das Flugzeug nach links von der Landebahn ab und ca. 300 m südlich der Piste zum Stillstand.

Fünf Personen wurden leicht verletzt und das Flugzeug wurde schwer beschädigt.

Die Untersuchung durch die BFU ist noch nicht abgeschlossen.

Unfall mit dem Flugzeug Antonov / AN-12 BK

Vor dem Start von Leipzig nach Mineralye Vody (Russland) wurde um 02:01 Uhr nach der Freigabe zum Anlassen der Triebwerke die Hilfsturbine (APU) gestartet. Nachdem die APU lief, wurde Triebwerk 1, das sich links außen befindet, angelassen. Als das Triebwerk 1 die Leerlaufdrehzahl erreicht hatte, begann der Startvorgang von Triebwerk 4; es befindet sich rechts außen. Während des Anlassvorganges

von Triebwerk 4 hörte die Besatzung einen dumpfen Knall. Der Copilot, der während des Anlassvorganges die Instrumente der APU überwachte, hatte Schwankungen der Drehzahl und einen Temperaturanstieg beobachtet. Kurz darauf leuchtete die Feuerwarnung der APU auf. Die Besatzung schaltete die beiden bereits laufenden Triebwerke ab und löste die Feuerlöschanlage der APU aus.

Das Flugzeug wurde durch den Brand zerstört. Personen wurden nicht verletzt.

Die Untersuchung durch die BFU ist noch nicht abgeschlossen.

Unfall mit einer Boeing 757

Auf dem Flug von Hamburg nach Gran Canaria (Spanien) kam es während des Landeanfluges auf Las Palmas zu einer starken Geruchsbildung im Innenraum des Flugzeuges. Da der Copilot Symptome wahrnahm, setzte er seine Sauerstoffmaske auf. Drei Mitglieder der Kabinenbesatzung fühlten sich ebenfalls stark beeinträchtigt. Die nachfolgende Landung verlief ereignislos. Während der Vorbereitungen zum Rückflug und vor dem Boarding wurde ein „Runup“ der Triebwerke durchgeführt, bei dem die Kabinencrew auf ihren Stationen sein sollte. Als die APU-Zapfluft eingeschaltet wurde, nahmen die Flugbegleiter in der Kabine wieder eine Geruchsentwicklung wahr. Aufgrund der Symptome wurden zwei Flugbegleiter und der Copilot ins Krankenhaus gebracht. Ein Besatzungsmitglied wurde nach dem Rücktransport nach Hamburg zur weiteren Diagnose/Behandlung stationär aufgenommen.

Das Ereignis wurde durch die Untersuchungsbehörde in Spanien aufgrund des Krankhausaufenthalts von mehr als 48 Stunden als Unfall klassifiziert. Die Untersuchung ist noch nicht abgeschlossen.

1.3.5 Exemplarische Schwere Störungen

Schwere Störung mit Airbus A319

Kurzdarstellung:

Auf einem Flug von Wien nach Köln-Bonn nahmen beide Piloten während des Eindrehens auf den Queranflug einen intensiven und außergewöhnlichen Geruch wahr. Beim Erreichen der Anfluggrundlinie für die Landung auf der Piste 14L bemerkten beide Flugzeugführer eine deutliche Beeinträchtigung ihres körperlichen und kogniti-

ven Leistungsvermögens. Sie setzten ihre Sauerstoffmasken auf und erklärten Luftnotlage. Nach der Landung wurden beide Piloten medizinisch versorgt. Bei dem Copiloten wurde ein ungewöhnlich hoher Creatinkinase (CK)-Blutwert festgestellt.

Untersuchung:

Die Untersuchung durch die BFU hat bestätigt, dass es im Cockpitbereich eine massive Geruchsentwicklung gegeben hat, deren Entstehung und Verteilung nicht ermittelt werden konnte.

Schwere Störung mit Boeing 737-700

Kurzdarstellung:

Während des "Turn-around" am Boden sowie während des Reisefluges kam es zu einem starken Geruch in der Kabine.

Drei der Besatzungsmitglieder waren später in ihrer Funktion beeinträchtigt.

Untersuchung:

Nach Befragung der Besatzung stellte sich das Ereignis wie folgt dar:

Vor dem Start in London-Gatwick kam es zu einer intensiven Geruchsbildung, die von der Crew als „toxisch riechend“ beschrieben wurde. Da die Klimaanlage des Flugzeuges zu diesem Zeitpunkt von der Hilfsturbine (APU) versorgt wurde, vermutete die Besatzung die APU als Ursache für den Geruch. Als der Geruch während des Rollvorganges nachzulassen schien, entschied sich die Flugbesatzung für einen Start und den Rückflug nach Nürnberg.

Während des Reisefluges kam es erneut in der Flugzeugkabine zu einem zeitweise sehr intensiven, unangenehmen, ätzenden Geruch. Der Flugkapitän inspizierte die Kabine, um sich einen Eindruck von der Intensität des Geruchs zu machen, der zu diesem Zeitpunkt zwar nicht sehr stark, aber deutlich vorhanden war. Flugbegleiterinnen klagten über Kribbeln in den Extremitäten, Schwäche in den Beinen, starke Kopfschmerzen, Schwindel, Konzentrationsschwierigkeiten, Augenbrennen und Schluckbeschwerden. Auf dem Weg zurück ins Cockpit bemerkte der Flugkapitän bei sich unerwartete physiologische Symptome – er fühlte sich wie betrunken, hatte weiche Knie, Kopfschmerzen, die Hände zitterten und fühlten sich taub an, empfand eine starke Ermüdung, konnte sich nicht mehr konzentrieren und seine linke Hand und der Unterarm färbten sich gelb und fühlten sich blutleer und kalt an.

Beide Flugzeugführer entschieden sich, den Flug nach Nürnberg fortzusetzen und nicht nach Frankfurt auszuweichen, da dort ein hohes Verkehrsaufkommen herrschte und sie sich nur noch 18 Minuten entfernt vom Beginn des Sinkfluges nach Nürnberg befanden.

Obwohl der Geruch im Cockpit nicht auftrat, entschloss sich der Pilot, während des Sinkfluges seine Sauerstoffmaske immer wieder aufzusetzen, da er sich plötzlich müde und unkonzentriert fühlte. Der Copilot klagte nicht über Symptome, setzte keine Sauerstoffmaske auf und landete das Flugzeug am Zielflughafen.

Nach der Landung begab sich die gesamte Crew zur medizinischen Untersuchung und Blutabnahme in das Aeromedical Center des Flughafens.

Die Blutprobenanalysen aller fünf Besatzungsmitglieder erbrachten nach Aussage des Flugkapitäns positive Werte im sog. Nebraska-Test.

Das Uniformhemd eines Besatzungsmitgliedes wurde auf Tricresylphosphat (TCP) untersucht. Ein Labor stellte einen TCP-Gesamtwert von 93,1 ng/g fest.

Zwei Besatzungsmitglieder waren im Anschluss an den Flug für eine Woche arbeitsunfähig, ein Besatzungsmitglied für über einen Monat. Ein weiteres Besatzungsmitglied erlebte elf Tage später auf dem nächsten Flug mit demselben Flugzeug erneut einen ähnlichen Geruchsvorfall. Es erkrankte in der Folge so schwer, dass es die Flugtauglichkeit verlor und mit der Diagnose „Leberinsuffizienz aufgrund einer Vergiftung“ arbeitsunfähig wurde.

Die technische Untersuchung des Flugzeuges erbrachte laut Luftfahrtunternehmen keinen Hinweis auf die Ursache der Geruchsbildung. Eine Innenraumluftanalyse mit einem Messgerät (Aerotracer) am Tag nach dem Ereignis erbrachte keine Anzeichen auf das Vorhandensein von flüchtigen Schadstoffen in der Luft. Ferner wurden die vom Hersteller bei dem Auftreten von Gerüchen vorgeschriebenen Wartungsmaßnahmen sowie darüber hinausgehende Untersuchungen der Kälte-Isolationsmatten, Toiletten und Wasserboiler durchgeführt. Ein Wasserboiler wurde aufgrund eines „elektrischen“ Geruchs ausgetauscht.

Nach Angaben des Luftfahrtunternehmens wurde einige Tage später ein erneuter Geruchsvorfall mit dem Flugzeug gemeldet – dieses Mal in Verbindung mit der Nutzung der APU. Bei der nachfolgenden technischen Untersuchung wurden Ölablagerungen im Load Compressor der APU gefunden.

Schwere Störung mit Boeing 757-200

Im Anfangssteigflug wurde von der Besatzung ein chemischer Geruch im Cockpit wahrgenommen. Als die Piloten Kopfschmerzen verspürten, setzten sie die Sauerstoffmasken auf. Im Reiseflug konnten sie die Masken wieder abnehmen und den Flug wie geplant fortsetzen.

Am darauf folgenden Tag wurde das Flugzeug im technischen Betrieb des Luftfahrtunternehmens untersucht. Dabei wurden Ölrückstände in beiden Triebwerken im Bereich der Spinner und der Anti-Ice Tubes gefunden.

Schwere Störung mit Embraer 190

Kurzdarstellung:

Kurz nach dem Start kam es in der Flugzeugkabine zu einer starken Geruchsbildung, die als „Schweißfußgeruch“ beschrieben wurde. In der Folge berichteten einige Passagiere und Flugbegleiter über plötzlich auftretende Kopfschmerzen. Nachdem der Copilot kurz die Kabine aufgesucht hatte und anschließend ebenfalls über plötzlich auftretende Kopfschmerzen klagte und die Sauerstoffmaske aufsetzte, überprüfte auch der verantwortliche Pilot die Situation in der Passagierkabine. Da sich auch bei ihm nach kurzer Zeit ein deutliches Unwohlsein einstellte, erklärten die Piloten Luftnotlage und führten aus Sicherheitsgründen unter Sauerstoffmasken eine Ausweichlandung in Linz durch.

Die fünf Besatzungsmitglieder begaben sich nach der Landung zur medizinischen Abklärung in ein Krankenhaus. Zwei Besatzungsmitglieder fühlten sich nach dem Ereignis nicht mehr arbeitsfähig.

Die technische Untersuchung des Flugzeuges verlief nach Aussage des Luftfahrtunternehmens ohne Befund.

Schwere Störung mit Boeing 757-300

Während des Startlaufs in Frankfurt/Main nahm die Besatzung bei ca. 130 kt einen stechenden Geruch wahr. Aufgrund der Geschwindigkeit wurde der Start nicht abgebrochen. Während des Steigflugs trat der Geruch auch in der Flugzeugkabine auf. Die Piloten entschieden sich, nach Frankfurt zurückzukehren, nachdem beide ein Kribbeln in den Gliedmaßen und am Zahnfleisch feststellten. Beide setzten ihre Sau-

erstoffmasken auf. Der Anflug und die Landung mit Übergewicht verliefen ohne weitere Vorkommnisse.

Nach der Landung wurde das Flugzeug noch auf dem Rollweg durch die Flughafenfeuerwehr überprüft. Die Überprüfung der Luft auf Schadstoffe im Flugzeuginneren blieb ohne Befund. Die Untersuchung des Luftfahrzeuges durch den Wartungsbetrieb erbrachte eine Ölüberfüllung des rechten Triebwerks um zwei Quarts.

Da es in der Flugzeugkabine ebenfalls zu Symptomen bei Besatzungsmitgliedern gekommen war, die als Kopfschmerzen, grauer Schleier vor den Augen und/oder Kribbeln an Händen und Zähnen wahrgenommen wurden, begaben sich alle neun Besatzungsmitglieder zur medizinischen Untersuchung in die Flughafenklinik, wo Urin- und Blutproben genommen wurden. Ergebnisse sind der BFU nicht bekannt.

Schwere Störung mit einer Boeing 737-800

Das Flugzeug startete vom Flughafen Hannover zu einem Inlandsflug nach Köln mit späterem Weiterflug nach Gaziantep in der Türkei. An Bord befanden sich 196 Passagiere sowie sechs Besatzungsmitglieder.

Im Steigflug nach dem Start in Hannover wurde eine Geruchsentwicklung in der Kabine wahrgenommen. Der Kommandant wurde darüber informiert. Der Flug wurde in Flugfläche (FL) 200 als zugewiesene Reiseflughöhe weitergeführt. Der Kommandant beschrieb den Flug als frei von Zwischenfällen.

Während des Aufsetzens beobachtete die leitende Flugbegleiterin eine verstärkte Rauchentwicklung an einem Tragflächen-Notausgang, wobei ihr eine Differenzierung zwischen Rauch, Dampf und Nebel schwerfiel. Sie beschrieb den Geruch u.a. als einen ätzenden und üblen Geruch, der ihr in „die Lunge schlug“.

Nach dem Aufsetzen - beim Passieren von ca. 100 kt Geschwindigkeit - bemerkte der Kommandant das Eindringen von schwarzem Rauch in das Cockpit durch die Frischluftauslässe, woraufhin er beide Airconditioning Packs (Klimaanlagen) ausschaltete. Danach nahm er einen Rückgang des Rauches wahr. Der Copilot bemerkte eine einsetzende „gräuliche“ Rauchentwicklung nach dem Aufsetzen sowie den nachlassenden Rauch mit dem Abschalten der Airconditioning Packs. Beide Airconditioning Packs wurden 47 Sekunden nach dem Aufsetzen abgeschaltet. Beim Abrollen von der Piste öffnete der Copilot sein seitliches Cockpitfenster, um den restlichen Rauch bzw. die restlichen Gase aus dem Cockpit abziehen zu lassen.

In der Kabine erlebte die leitende Flugbegleiterin eine aufkommende „extreme Unruhe“ der Passagiere, die teilweise aufstanden und „herumschrien“. Über den Sitzen A und C der Reihe 13 seien die Panels der Sauerstoffmasken mit der Faust aufgeschlagen worden, sodass die Masken herausfielen. Der Kommandant rollte das Flugzeug zur zugewiesenen Parkposition D9 und ließ die Passagiere über die Treppen aussteigen.

Elf Personen wurden leicht verletzt.

Festgestellt wurde eine Überfüllung des Hydrauliköls in Verbindung mit einer Fehlfunktion eines Ventils.

Die Untersuchung durch die BFU ist noch nicht abgeschlossen

1.3.6 Exemplarische nicht meldepflichtige Ereignisse mit BFU-Untersuchung (Störungen)

Hinweis:

Die folgenden nicht meldepflichtigen Ereignisse mit BFU-Untersuchung (Störungen) wurden als exemplarische Fälle ausgewählt, um unterschiedliche Beschreibungsformen von Meldungen und Inhalte der Ereignisbeschreibungen zu zeigen.

Störung mit Airbus A330-200

Kurzdarstellung:

Kurz nach dem Start kam es zu einer Rauchentwicklung im Cockpit und im vorderen Teil des Flugzeuges, verbunden mit einem unangenehmen Geruch. Dieser verringerte sich im Verlauf des Fluges und verstärkte sich wieder im Anflug.

Die Besatzung klagte über Kopfschmerzen, Husten, Heiserkeit, Konzentrationsprobleme, Schwindel, Schluckbeschwerden und leichte Taubheit in den Fingerspitzen.

Untersuchung:

Mit Beginn einer eingeleiteten Untersuchung und Befragung ergab sich folgende Darstellung:

Auf dem Flug von New York nach Berlin kam es während des Steig- und Sinkfluges zu einer Dunstbildung in Cockpit und Kabine, einhergehend mit einem Geruch nach verbranntem Öl. Beide Piloten fühlten sich leicht schwindelig und ihre Fingerspitzen fühlten sich taub an. Alle Kabinenmitglieder im vorderen Teil der Kabine verspürten starke Kopfschmerzen, Übelkeit, Schwindel, Halsschmerzen, Schluckbeschwerden, Konzentrationsprobleme und hatten teilweise Wortfindungsstörungen. Im hinteren Kabinenbereich wurde der Geruch auch wahrgenommen, allerdings in der Intensität deutlich schwächer. Beschwerden der Fluggäste gab es nicht. Die Besatzung bezeichnete das Verhalten der Passagiere als „ungewöhnlich still“. Da der Geruch nach Erreichen der Reiseflughöhe insgesamt schwächer wurde, entschieden sich die Flugzeugführer für eine Fortsetzung des Fluges. Als während des Anfluges die Höhe von 7 000 Fuß passiert wurde, kam es erneut zu einer starken Geruchsentwicklung, die bis zur Landung anhielt.

Die gesamte Besatzung begab sich nach der Landung zur medizinischen Untersuchung. Es wurden Blut- und Urinproben von allen Besatzungsmitgliedern genommen. Die Laborwerte waren laut eingesetzter diagnostischer Verfahren unauffällig.

An den nachfolgenden Tagen klagten alle Besatzungsmitglieder über Halsschmerzen. Ein Besatzungsmitglied war nach dem Ereignis stationär für 48 Stunden und 45 Minuten in einem Krankenhaus aufgenommen worden, ein anderes Besatzungsmitglied war neun Tage arbeitsunfähig. Drei Besatzungsmitglieder gaben an, im Nachgang des Ereignisses noch heute unter Symptomen zu leiden. Dazu zählen leichte Kopfschmerzen, hoher Blutdruck bzw. eine eingeschränkte körperliche Leistungsfähigkeit. Zwei Besatzungsmitglieder aus der Kabine gaben an, keine nachwirkenden Symptome zu haben. Die Aussagen von zwei weiteren Kabinenmitgliedern liegen der BFU nicht vor.

Im Anschluss an das Ereignis wurde das Flugzeug von Berlin nach Düsseldorf zur Instandhaltung überführt. Die beiden Piloten auf dem Flug hatten vorsorglich auf die Nutzung der Zapfluft aus dem Triebwerk Nr. 1 verzichtet und nach intensiver Sichtprüfung des rechten Triebwerks lediglich von diesem sowie der Hilfsturbine (APU) Zapfluft entnommen. Während des Überführungsfluges kam es zu keinem außergewöhnlichen Geruch im Flugzeug.

Nach Aussage des Luftfahrtunternehmens handelte es sich bei der Ursache um ein Schadensbild im Triebwerk mit einer “bearing seal deterioration“ im “front bearing compartment“. Dieses führte dazu, dass wahrscheinlich Triebwerksöl über das Zapfluftsystem in das Flugzeuginnere gelangen konnte. Obwohl das Triebwerk nach

Aussage des Luftfahrtunternehmens technisch in Ordnung war, wurde es vorsorglich gewechselt.

Die BFU hat das Ereignis trotz des Krankhausaufenthaltes von 48 Stunden 45 Minuten als Störung klassifiziert, weil der Krankhausaufenthalt überwiegend zur Diagnostik einer möglichen Erkrankung erforderlich war.

Störung mit Airbus A319

Die nachfolgend beschriebene Störung wiederholte sich nach dem ersten Ereignis zweimal. Eine Meldung nach § 5 LuftVO erfolgte nach dem zweiten Ereignis.

Text der Meldung am 15.XX.XX:

2. Fume Event (1. am 09.XX.) mit demselben Flugzeug.

Untersuchung:

Auf Nachfrage des Untersuchers vom Dienst (UvD) wurde vom Meldenden des Luftfahrtunternehmens mitgeteilt, dass es bei beiden Ereignissen keine gesundheitlichen Symptome gegeben habe und das Ereignis im Sinne von § 5b LuftVO an das Luftfahrt-Bundesamt (LBA) gemeldet worden sei.

Nach einem dritten Ereignis mit demselben Flugzeug teilte das Luftfahrtunternehmen der BFU mit, dass ein Besatzungsmitglied unmittelbar nach dem Vorfall eine medizinische Einrichtung aufgesucht habe. Bei einer entnommenen Blutprobe sei ein Methämoglobin-Wert im Blut von 22% festgestellt worden, der laut Angabe des Arztes normalerweise unter 1% liegen sollte. Die Auswirkungen des erhöhten Wertes wurden von dem Arzt nach einem Klassifizierungsschema mit "moderate Impairment" beschrieben. Von diesem und auch von anderen Besatzungsmitgliedern wahrgenommene Symptome wurden mit Augenreizung, Brechreiz, Kribbeln der Fingerspitzen und Benommenheit beschrieben.

Die vom Luftfahrtunternehmen initiierte technische Untersuchung hatte Hinweise auf Spuren von Hydrauliköl auf der rechten hinteren Rumpfseite des Flugzeuges gezeigt. Der Einsatz des sogenannten Aerotracers hatte keinen weiteren Anhaltspunkt für eine Verunreinigung der Luft in der Flugzeugkabine gegeben. Auch bei einem Werkstattflug wurden weder Symptome noch Auffälligkeiten bei Messwerten festgestellt.

In den folgenden Tagen erhielt die BFU Meldungen nach § 5 LuftVO von vier Besatzungsmitgliedern mit unterschiedlich detaillierten Beschreibungen. Alle sprachen jedoch von einer strengen chemisch-süßlichen Geruchsentwicklung. Es wurde berichtet über Benommenheit, Gleichgewichtsstörungen, verlangsamte Motorik und Kopfschmerzen.

Fünf Besatzungsmitglieder wurden ca. vier Wochen nach dem Ereignis mit der BFU-Frageliste Kabinenluft um Auskunft gebeten. Aus den fünf Rückmeldungen zeigte sich, dass es bei dem ersten Fume Event Kopfschmerzen und leichten Schwindel, aber keine schwerwiegenden Symptome gegeben hatte. Bei einem Besatzungsmitglied wurde Blut abgenommen. Der Laborbefund war unauffällig.

Bezogen auf das zwei Tage spätere Fume Event hat die BFU fünf BFU-Fragelisten verschickt. Hier erhielt die BFU eine Antwort mit einem Hinweis auf Augenreizungen. Weitere Symptome waren nicht beschrieben.

Das dritte Fume Event mit demselben Flugzeug war 13 Tage nach dem ersten Ereignis aufgetreten. Von fünf verschickten Fragelisten wurden drei beantwortet. Hier wurde berichtet, dass kein Geruch und keine wahrnehmbare Rauchentwicklung aufgetreten seien. Drei Besatzungsmitglieder haben über Reizungen in den Augen und in der Nase sowie über Unwohlsein berichtet. Ein Besatzungsmitglied gab an, dass es geringfügige Schwierigkeiten hatte, seine Aufgaben wahrzunehmen. Bei einem Mitglied der Flugbesatzung wurde der erhöhte Methämoglobinwert von 22% im Blut festgestellt. Bei einer Blutuntersuchung nach einigen Tagen war der Wert wieder im Normalbereich. Der Betroffene hat der BFU ca. acht Wochen nach dem Ereignis berichtet, dass er keine gesundheitliche Beeinträchtigung mehr hätte.

1.3.7 Exemplarische nicht meldepflichtige Ereignisse ohne BFU-Untersuchung (Störungen)

Hinweis:

Die folgenden nicht meldepflichtigen Ereignisse ohne BFU-Untersuchung wurden als exemplarische Fälle ausgewählt, um unterschiedliche Beschreibungsformen von Meldungen und Inhalte der Ereignisbeschreibungen zu zeigen.

Nicht meldepflichtige Störung mit Boeing 737-800

Text der Meldung:

Suspicious smell in cockpit.

Shortly after T/O suspicious smell was noticed by the cockpit crew for about 1 min. Then it disappeared for the rest of the flight.

Nicht meldepflichtige Störung mit Airbus A320

Das Ereignis vom 03.XX.20XX wurde der BFU am 14.XX.20XX nach § 5 LuftVO als Fume Event gemeldet.

Text der Meldung:

Feststellung von Geruch nach „Öl und alten Socken“.

Aus der Erstmeldung ergaben sich keine Hinweise, die die Einleitung einer Untersuchung durch die BFU gerechtfertigt hätten.

Am 13.XX.20XX berichtete ein Besatzungsmitglied der BFU, dass es sich am 10.XX.20XX in medizinische Behandlung begeben habe und bei ihm die Diagnose „*Toxische Wirkung sonstiger nicht näher bezeichneter Substanzen*“ (ICD-10: T658) gestellt worden sei. Seit diesem Zeitpunkt sei er flugdienstuntauglich und arbeitsunfähig.

Nach der Schilderung des Besatzungsmitgliedes war das Ereignis wie folgt:

Die Kabinenbesatzung des Fluges von Berlin-Tegel nach Frankfurt/Main wurde am Ereignistag von der Vorgängercrew darauf hingewiesen, dass es während des Landeanfluges insbesondere an den Positionen 2 und 3 nach „Öl und alten Socken“ gerochen hätte. Der Purser konnte diesen Geruch nach Übernahme des Flugzeuges allerdings nicht feststellen. Während der darauf folgenden vier Inlandsflüge bemerkte er lediglich einen Geruch, den er mit Abgasen aus den Triebwerken in Verbindung brachte, sowie einen metallischen Geschmack im Mund.

In der Nacht nach den Flügen wachte er auf und spürte ein unangenehmes Kribbeln der Haut am ganzen Körper. Auch fühlten sich seine Extremitäten wie taub an. In der Hoffnung, dass diese Symptome bald wieder verschwinden würden, trat er am nächsten Tag eine Zweitagestour an. In der darauf folgenden Nacht traten die Symptome erneut auf, dieses Mal zusätzlich mit einem Druck auf die Lungen in Verbindung mit Atemnot. Am kommenden Tag litt er unter einem Tinnitus im linken Ohr,

welcher sich in der Intensität wiederholt veränderte. Hinzu kamen sporadisch auftretende Muskelzuckungen an Fingern, Oberschenkeln und Augenlidern. Nach Beendigung dieses Umlaufs litt er während seiner vier freien Tage zusätzlich an Magen-Darm-Problemen sowie unter anhaltender Müdigkeit und Unkonzentriertheit.

Die BFU hat den genannten Fall nach den Vorgaben der VO (EU) Nr. 996/2010 und dem FIUUG als nicht meldepflichtige Störung eingestuft. Ein möglicher kausaler Zusammenhang zwischen der Erkrankung und dem Fume Event kann durch die BFU nicht beurteilt werden.

Nicht meldepflichtige Störung mit Airbus A380

Auszug aus dem Text der Meldung eines Mitglieds der Kabinenbesatzung:

Kurz nach dem Start in Frankfurt bemerkten mehrere Flugbegleiter/innen einen merkwürdigen Geruch in der Kabine (man könnte es beschreiben, wie eine Art „chemische Käsefüße“). Ich habe diesen Geruch der Cockpit-Besatzung mitgeteilt. [...⁴] Auf Anraten der Technik klemmte man das Triebwerk 3 von der Luftzufuhr ab – man hätte dieses vor dem Start gesäubert und vermutete, dass es Schmutzrückstände seien. Dieser Vorgang hatte den Anschein, als sei das Problem behoben. Zur Landung in San Francisco trat der Geruch wieder auf und man teilte uns aus dem Cockpit mit, dass Triebwerk 3 nicht an der Luftzufuhr für die Kabine hängt. Die Cockpit-Besatzung meinte daraufhin, dass es nicht am Triebwerk 3 lag, dass es einen anderen Grund für diesen Geruch gegeben haben muss. Der Kapitän hat das Technik-Personal auf das Nervengift TCP angesprochen und gefragt, ob es das sein könnte. Die Technik verneinte dies. Nach der Landung in San Francisco teilte uns der Kapitän mit, dass der Grund für den Geruch nicht das von der Technik isolierte Problem mit Triebwerk 3 war, sondern eher ein Problem, bei welchem TCP ausgetreten sei.

Zusätzliche Information:

Mehrere Wochen nach dem Ereignis wurde die BFU darüber informiert, dass die betroffene Flugbegleiterin seit dem Ereignis dauerhaft krank und arbeitsunfähig sei.

Es wurden medizinische Befunde von mehreren Ärzten vorgelegt, die neurologische Befunde und eine chronische Ermüdung attestierten. In dem Bericht eines Arbeits-Sozial- und Umweltmediziners wurde ein bei einer Blutanalyse etwa dreifach über dem Referenzbereich liegender Wert Diphenylphosphat (U) festgestellt.

⁴ für die Darstellung des Sachverhaltes unwesentlicher Text

Die BFU hat den genannten Fall nach den Vorgaben der VO (EU) Nr. 996/2010 und dem FIUUG als nicht meldepflichtige Störung eingestuft. Ein möglicher kausaler Zusammenhang zwischen der Erkrankung und dem Fume Event kann durch die BFU nicht beurteilt werden.

Nicht meldepflichtige Störung mit Boeing 737-800

Text der Meldung:

Beim Starten des A/C bemerkte die Cockpitbesatzung Rauchgeruch in der Nase, jedoch keine Rauchentwicklung. Über den Kontrollturm wurden Feuerwehkräfte angefordert.

Beim Eintreffen der Feuerwehr konnte kein weiterer Geruch festgestellt werden. Zur technischen Überprüfung wurde die Technik hinzugezogen.

Nicht meldepflichtige Störung mit Bombardier DHC-8-402

Text der Meldung:

Beim Enteisen kam es an der Parkposition zu Rauch in Cockpit und Kabine. Das Flugzeug wurde evakuiert.

71 Fluggäste, vier Besatzungsmitglieder, drei Personen leicht verletzt

Feststellungen auf Nachfrage der BFU:

Die Nachfrage bei dem Luftfahrtunternehmen und der Feuerwehr ergab, dass die APU wegen einer nicht vorhandenen Ground Power Unit beim Enteisen eingeschaltet war. Beim Enteisen gelangte Enteisungsmittel über die Klimaanlage in das Cockpit und in die Kabine. Der Kommandant entschied, die Fluggäste über die Treppe zu evakuieren. Zwei Fluggäste erlitten beim Evakuieren leichte Verletzungen.

Nicht meldepflichtige Störung mit Boeing 757-300

Text der Meldung:

Die Kabinencrew stellte während des Fluges einen Brandgeruch (Schmorgeruch) im Bereich der vorderen Galley fest, den sie aber nicht genauer orten konnte. Die Cock-

pitcrew entschied sich zur Ausweichlandung in München und benutzte im Endanflug die Sauerstoffmasken bis zur Abstellposition.

Feststellungen auf Nachfrage der BFU:

Bei einer Inspektion des Flugzeuges durch die Feuerwehr mit der Wärmebildkamera wurde eine verschmorte Bodensteckdose neben einer Tür festgestellt. Die Sauerstoffmasken wurden vorsorglich aufgesetzt.

Nicht meldepflichtige Störung mit Airbus A319

Text der Meldung:

Erster Flug des Tages für die Crew und dem Flieger. Temperatur bei +8°, also keine Enteisierung vor dem Flug. Der Flieger hat eine Fingerposition und die Passagiere sind noch nicht an Bord. Die Kabinencrew bereitet die Kabine vor. Die Cockpitcrew ist im Cockpit und schaltet die APU Bleed ON. Nach ca. 15sec kommt die Purserette ins Cockpit und berichtet von Geruch in der Kabine. Ich verlasse das Cockpit, um mir selbst ein Bild zumachen. Als ich in die Kabine komme, rieche ich nichts besonders. Die beiden Flugbegleiter befinden sich im hinteren Teil des Fliegers. Ich gehe weiter bis zur Mitte des Fliegers und beide Flugbegleiter berichten mir von einem Chlorgeruch und dass sie beide auch leichte physische Symptome haben. Jetzt rieche ich auch etwas Ungewöhnliches, kann es aber nicht als Chlorgeruch definieren. Gleichzeitig spüre ich ein ganz leichtes Kribbeln auf der Haut. Ich gehe zurück ins Cockpit und schalte die APU Bleed OFF. Zusammen mit dem First Officer begebe ich mich in den Finger. Dort wartet schon die Kabinencrew. Sie berichteten mir übereinstimmend, dass alle einen Chlorgeruch gerochen haben und auch alle ein leichtes Benommenheitsgefühl wahrgenommen haben. Ein Flugbegleiter klagt über Augentränen. Im Finger haben wir alle keine physischen Symptome mehr. Der First Officer hat im Cockpit keinerlei Besonderheiten gefühlt oder gerochen. Ich stoppe das Boarding und kontaktiere MCC.

Nach ca 10min erscheinen 2 Techniker. Sie stellen die APU Bleed wieder an, drehen die Temperatur hoch. Beide riechen keine Besonderheiten. Sie schlagen vor die APU inop zu setzen. Die APU Bleed wird wieder ausgeschaltet. Wir treffen uns alle, die Techniker und die gesamte Crew, in der Galley, um die Situation zu besprechen. Ich schalte noch einmal die APU Bleed ON. Zurück in der Galley klagt die Kabinencrew erneut über Geruch und Benommenheit. Ich rieche nichts, aber habe erneut ein leichtes Kribbeln am Körper. Der First Officer sowie die beiden Techniker fühlen kei-

ne Besonderheiten. Ich schalte die APU Bleed wieder OFF und entscheide, dass wir mit diesem Flieger nicht fliegen werden. Ich frage noch einmal das Befinden der Crew ab. Allen geht es gut, haben keine Symptome und freuen sich, dass es mit diesem Flieger nicht weitergeht. Von Crewing bekommen wir einen neuen Flug zugewiesen.

Ich mache noch einen Eintrag ins WOB und wir schalten den Flieger aus. Am neuen Flieger angekommen, erkundige ich mich noch einmal über das Befinden der Crew. Eine Flugbegleiterin berichtet über leichtes Unwohlsein und leichte Nackenschmerzen. Wir entscheiden, dass sie aus der Tour aussteigt und ich informiere Crewing. Wir bereiten den Flieger für den Abflug vor. Leider fällt mir erst jetzt die Existenz des „Fume Kits“ ein. Wir treffen uns alle im vorderen Kabinenbereich. Ich stelle das Fume Kit vor und lese die erste Seite daraus. Auszüge aus dem Kit habe ich ausgedruckt dabei und verteile sie. Ich betone, dass der Arztbesuch rein freiwillig ist und ermutige jeden, dass er im Zweifel lieber diesen Weg gehen sollte. Eine Flugbegleiterin sagt, dass sie dieses machen werde. Alle anderen Crewmember möchten von dieser Möglichkeit keinen Gebrauch machen und wollen auch den Flug antreten.

[...]

Der folgende Flug ist ereignislos. Während des Fluges und nach Rückkehr frage ich erneut nach dem Befinden. Uns drei verbleibenden geht es allen gut und wir fühlen keinerlei Besonderheiten.

Zurück zu Haus versuche ich die anderen beiden Crewmitglieder zu erreichen, um mich über deren Befinden zu informieren. Eine Flugbegleiterin berichtet mir, dass sie, wie im Fume Kit vorgeschlagen, zur Notaufnahme in die ...Klinik gegangen ist. Dort wurde eine Untersuchung durchgeführt, die ohne auffälligen Befund war. Ihre Nackenschmerzen sind seit dem Nachmittag verschwunden und sie fühlt sich wieder gut. Die andere Flugbegleiterin erreichte ich erst am nächsten Morgen. Sie berichtete mir, dass sie keine weiteren Symptome hat und sich gut fühlt.

[...]

Anmerkung der BFU:

Diese Schilderung wurde zur Verdeutlichung der Situation und Handlungsweise einer Flugbesatzung bei einem Fume Event ausgewählt.

1.3.8 Fakten zur Entscheidungsfindung und Untersuchung

Entscheidungsfindung

Wie bei allen Ereignismeldungen und Untersuchungen benötigt die BFU auch bei Fume Events für die Entscheidungsfindung zur Klassifizierung eines Unfalls oder einer Schwere Störung Fakten. Sofern diese bei der Erstmeldung eines Ereignisses nicht ausreichend vorliegen, hat der Untersucher vom Dienst (UvD) die Informationen so weit zu vervollständigen, dass durch den Direktor der BFU eine Klassifizierung erfolgen kann bzw. über die Einleitung oder Nichteinleitung einer Untersuchung entschieden werden kann.

Bei Einleitung einer Untersuchung wird ein Untersuchungsführer bestimmt. Dieser legt den Inhalt und Umfang der Untersuchung fest und holt weitere Fakten zu dem Ereignis ein.

In der Regel werden bei Fume Events für die Entscheidungsfindung folgende Fakten benötigt:

- ob es schwer verletzte Personen an Bord des Flugzeuges gab
- ob es einen Ausfall der Flugbesatzung (pilot incapacitation) gab
- ob Sauerstoffmasken aufgesetzt wurden und waren diese zwingend erforderlich
- ob es Feuer an Bord gab

Mit Einleitung der Untersuchung werden zusätzlich zu den oben genannten Fakten Beschreibungen über den Flugverlauf, den Verlauf der Störung, den Abbruch oder die Fortsetzung des geplanten Fluges und gegebenenfalls Informationen über eine Rauch- oder Geruchsentwicklung sowie über gesundheitliche Beschwerden oder Verletzungen benötigt.

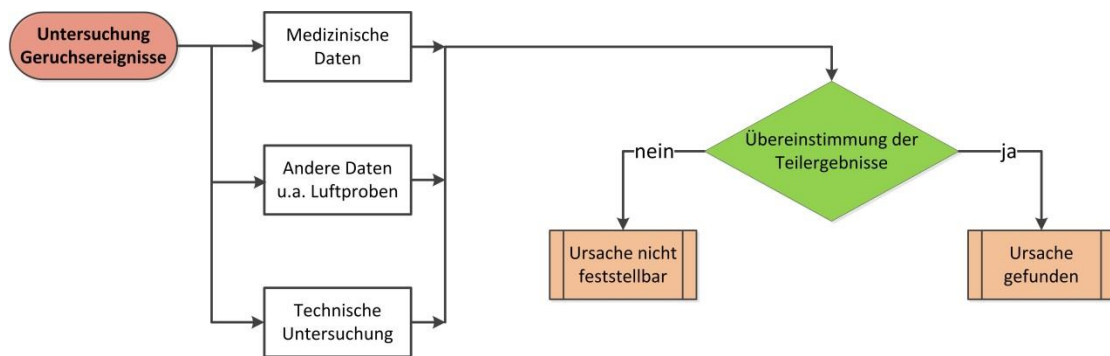
Eine Prozessdarstellung für diese Entscheidungsfindung ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Im dritten Quartal 2013 hat die BFU einen Fragebogen eingeführt, der durch den Untersucher vom Dienst an betroffene Personen geschickt wird, wenn es Hinweise auf gesundheitliche Beschwerden gibt. Die rechtliche Grundlage für eine derartige Befragung ergibt sich aus der VO (EU) Nr. 996/2010 sowie aus dem FIUUG. Die erforderlichen Adressen, E-Mail-Adressen oder Telefonnummern erhält die BFU auf Basis der genannten Rechtsgrundlagen in der Regel über die Luftfahrtunternehmen.

Untersuchung

Je nach Lage des Falls können ergänzende Information notwendig werden:

- medizinische Daten
 - Angaben Ersthelfer
 - Arzt- und Krankenhausberichte
 - Laborbefunde
- andere Daten
- Daten über die Kabinenluft zum Zeitpunkt des Ereignisses (liegen in der Regel nicht vor)
- Ergebnisse technischer Untersuchungen am Flugzeug
- subjektive Daten (Befragungen)
- objektive Daten (CVR, FDR)
- allgemeine Daten (wie bei jedem Unfall oder einer Schweren Störung)

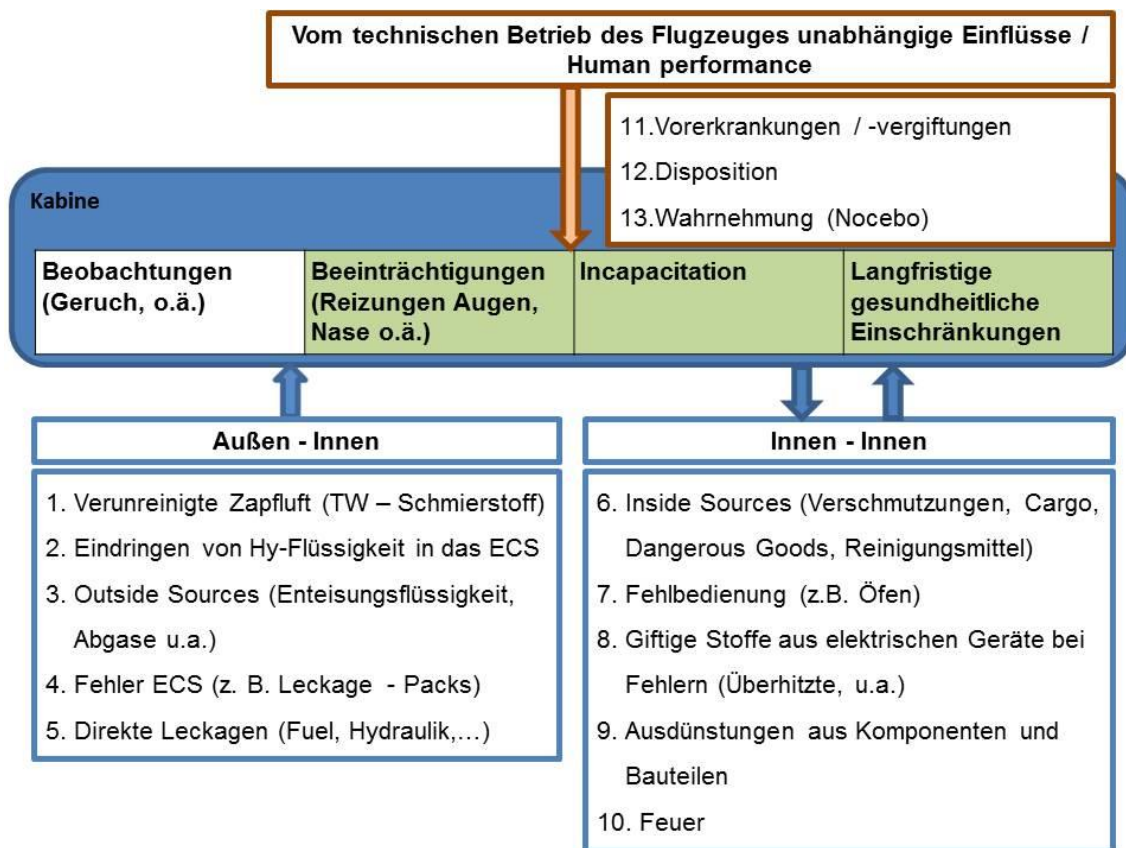


Prozessdarstellung: Untersuchung von Fume Events

Quelle: BFU

Grundsätzlich stellt sich bei der Bearbeitung von Fume Events die Frage, welche Einflüsse zu einem Ereignis geführt haben. Einflüsse können sich aus folgenden Zusammenhängen ergeben:

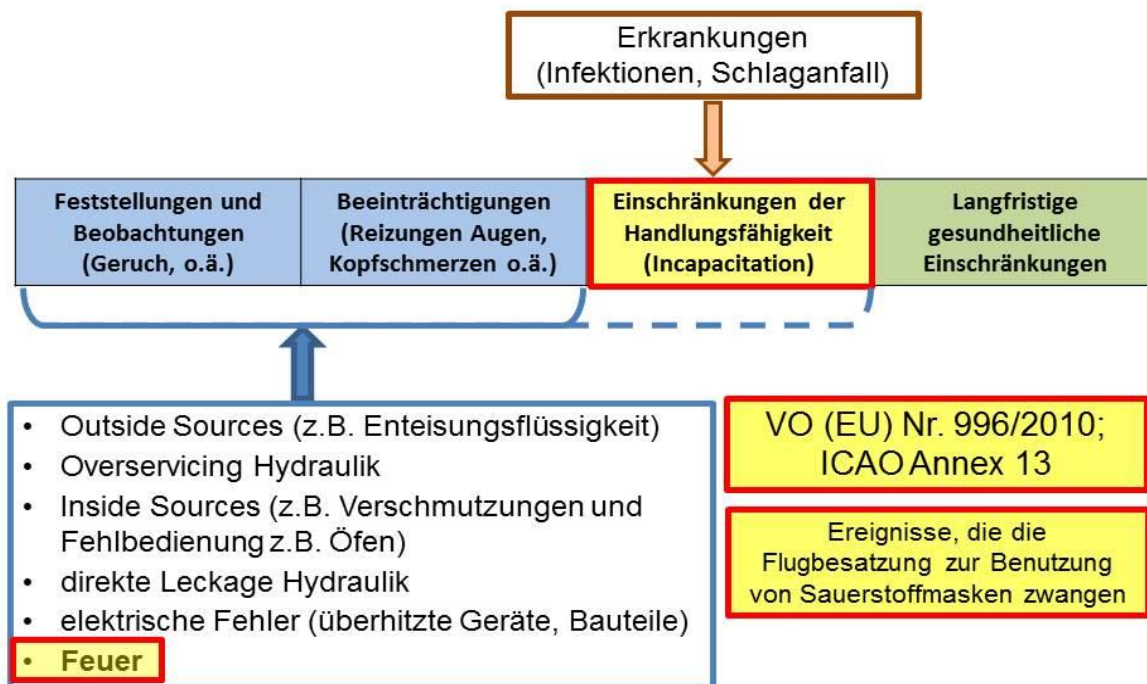
- eine Beeinträchtigung durch eine Verunreinigung mit einem Entstehungsort außerhalb der Flugzeugkabine (Grafik: Position 1 bis 5)
- eine Beeinträchtigung durch eine Verunreinigung mit einem Entstehungsort innerhalb der Flugzeugkabine (Grafik: Position 6 bis 10)
- eine Beeinträchtigung, die vom technischen Betrieb des Flugzeuges unabhängig ist (Human Performance, Grafik: Position 11 bis 13)



Mögliche Einflüsse, die in der Flugzeugkabine zu Beeinträchtigungen, Beobachtungen oder Einschränkungen führen können Quelle: BFU

In der grundsätzlichen Betrachtung können die festgestellten Einflüsse zu einer Einstufung führen als

- untersuchungswürdiges Ereignis im Sinne des ICAO Annex 13, der VO (EU) Nr. 996/2010 und des FIUUG (Feld mit roter Umrandung),
- Störung (blaue Felder),
- langfristige gesundheitliche Einschränkungen (grünes Feld).



Einstufung möglicher Einflüsse

Quelle: BFU

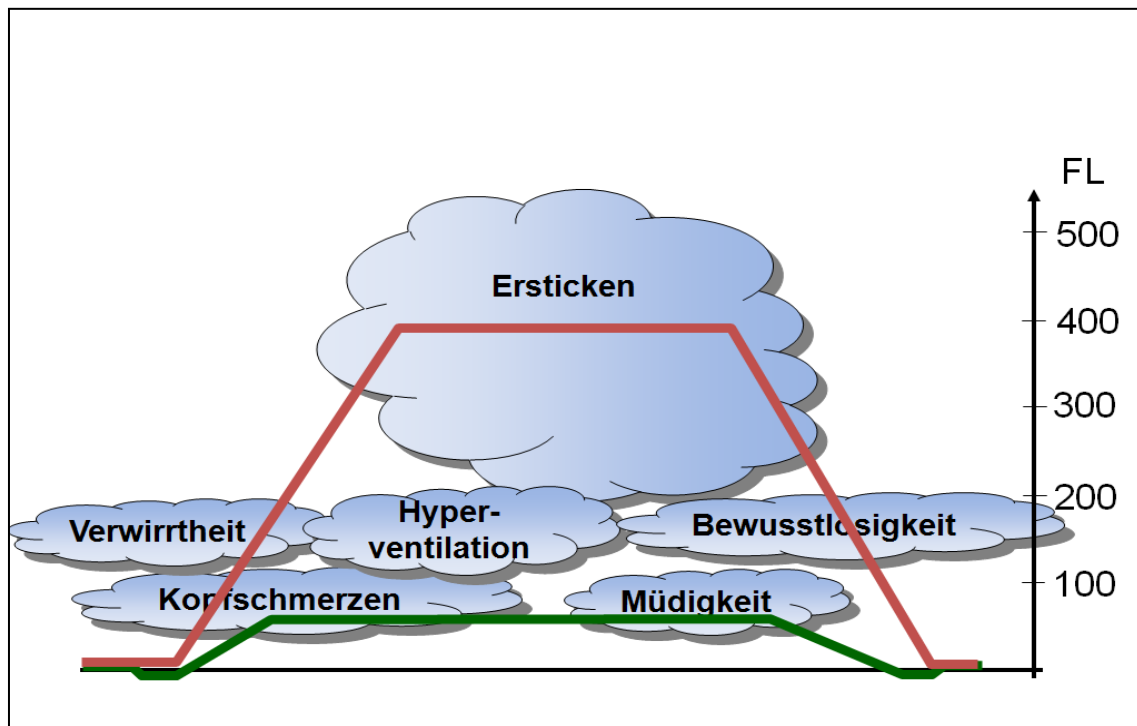
1.4 Systembeschreibung Kabinendruckregelung und Kabinenklimatisierung

1.4.1 Umgebungsbedingungen im Reiseflug

Verkehrsflugzeuge befinden sich im Reiseflug in der Regel in Höhen zwischen 30 000 ft (ca. 9 000 m) und 40 000 ft (12 000 m). In diesem Höhenbereich herrschen Temperaturen zwischen -45 °C und -55 °C. Der Luftdruck und die Luftdichte sind nur noch ungefähr ein Viertel so hoch wie in Bodennähe.

Diese Umgebungsbedingungen erfordern in Verkehrsflugzeugen ein technisches System, das nach dem Start des Flugzeuges und dem Erreichen der kritischen Höhe in der Flugzeugkabine eine Luft herstellt, die den Anforderungen des Menschen gerecht wird.

Eine in der Flugzeugkabine für die Flugzeuginsassen akzeptable Umgebungsbedingung wird u.a. durch die Druckkabine geschaffen. Diese ist in Verkehrsflugzeugen so ausgelegt, dass der Druck nicht unter einen Wert von ca. 750 hPa absinkt. Der Druck in der Flugzeugkabine entspricht dem Druck in der Atmosphäre in einer Höhe von 8 000 ft (ca. 2 440 m). Für die meisten Menschen ist ein Aufenthalt in dieser Höhe ohne Beeinträchtigungen komfortabel möglich. Vereinzelt kann es allerdings auch bereits in 8 000 ft zu Symptomen wie Kopfschmerzen und Müdigkeit kommen.



Auswirkungen von Sauerstoffmangel in Abhängigkeit von der Flughöhe

Quelle: BFU

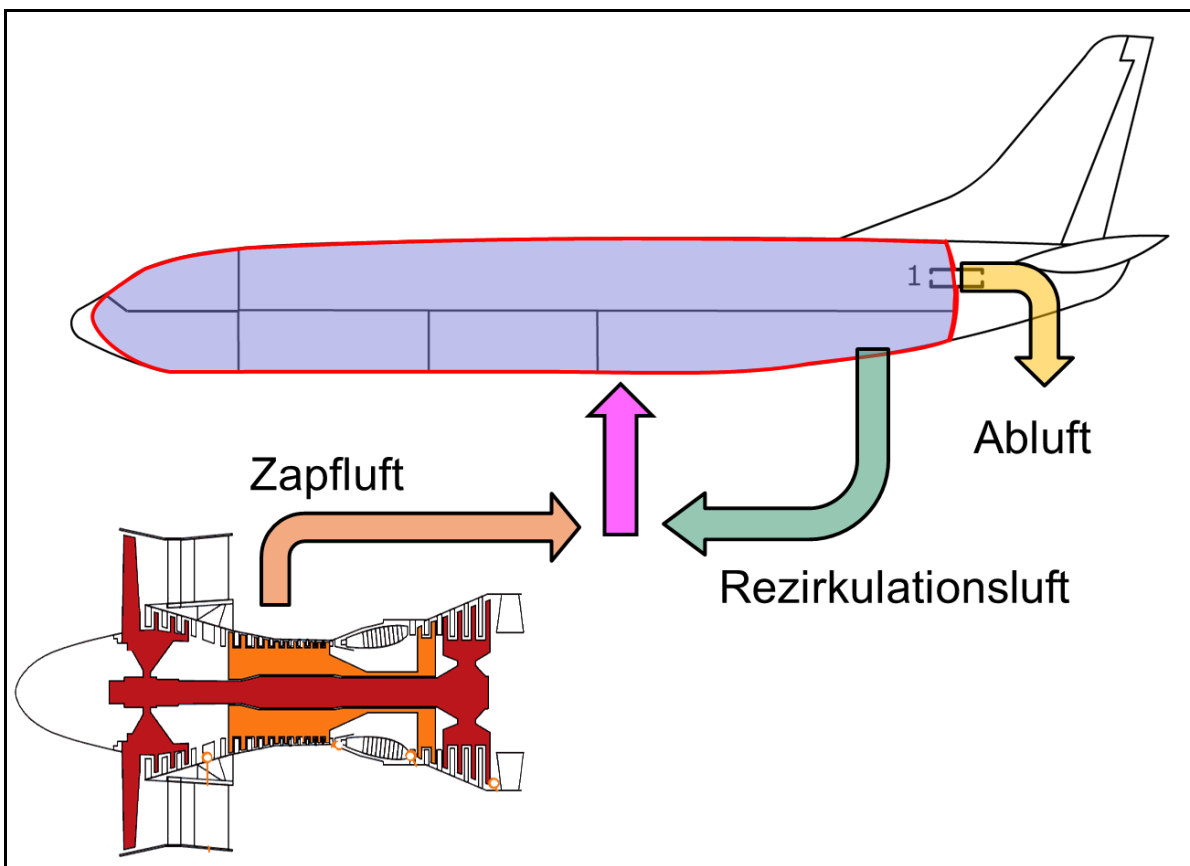
1.4.2 Klimatische Bedingungen in der Druckkabine

Um dauerhaft eine ausreichende Versorgung der Passagiere mit Sauerstoff und eine Abfuhr von verbrauchter Luft zu gewährleisten, ist ein kontinuierlicher Luftaustausch notwendig. Die zugeführte Luft muss im Reiseflug mindestens auf ein Temperaturniveau gebracht werden, das für die Insassen komfortabel ist. Die Luft in Passagierkabinen von Verkehrsflugzeugen wird üblicherweise auf eine Temperatur von ca. 20 °C erwärmt und pro Stunde ca. 15 Mal getauscht. Durch die niedrige Umgebungstemperatur ist auch die absolute Luftfeuchte der Umgebungsluft niedrig. Durch den Prozess, den die Umgebungsluft für die notwendige Druck- und Temperaturerhöhung durchläuft, wird ihr weitere Feuchtigkeit entzogen, sodass die relative Luftfeuchte innerhalb der Druckkabine sehr niedrig ist (5 – 20%). Sie ist dabei im Wesentlichen von der mit der Atemluft abgegebenen Feuchtigkeit der Personen an Bord abhängig. Bei einer Luftfeuchtigkeit über 20% kommt es im Reiseflug durch die niedrige Außentemperatur zur Kondensatbildung an den Fenstern und Strukturbauteilen des Rumpfes.

1.4.3 Funktionsweise des Environmental Control Systems

Die Regelung des Drucks, der Temperatur und des Luftaustausches der Druckkabine eines Verkehrsflugzeugs erfolgt durch das Environmental Control System (ECS).

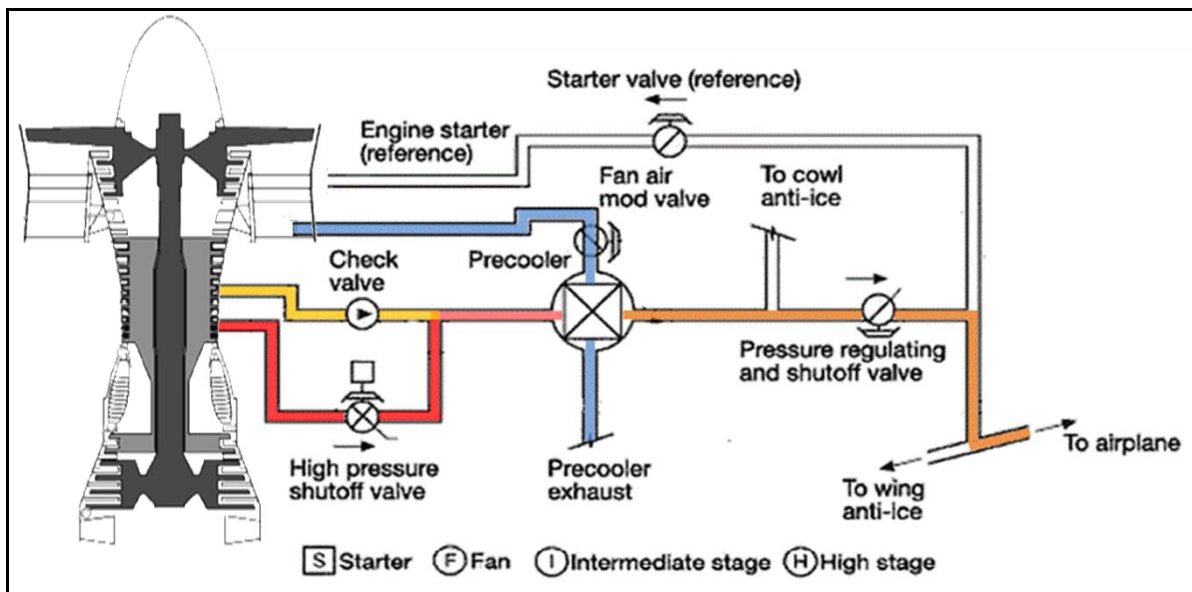
Die EC-Systeme fast aller im Einsatz befindlichen Verkehrsflugzeuge werden vom Zapfluftsystem mit Luft versorgt. Diese Luft hat eine Temperatur von ca. 200 °C und einen Druck von ca. 3 100 hPa (45 psi). Sie wird durch eine Klimaanlage auf den passenden Druck und die passende Temperatur reduziert, bevor sie mit Luft aus der Kabine vermischt und wieder in diese hineingeblasen wird. Die Regelung des Luftdrucks in der Kabine erfolgt durch Steuerung der Luftmenge, welche kontinuierlich aus der Kabine abgelassen wird.



Vereinfachte Darstellung eines EC-Systems

1.4.4 Zapflußsystem

Die Zapfluß, mit der das EC-System versorgt wird, wird normalerweise von den Triebwerken bereitgestellt. Hierfür wird abhängig von der aktuellen Drehzahl des Triebwerks im Bereich des Niederdruck- oder des Hochdruckkompressors Luft entnommen. Die Luft aus dem Niederdruckkompressor hat eine Temperatur von bis zu 280 °C und einen Druck von bis zu 5 860 hPa (85 psi). Die Luft aus dem Hochdruckkompressor hat eine Temperatur von bis zu 420 °C und einen Druck von bis zu 13 790 hPa (200 psi). Die Luft aus den Kompressoren der Triebwerke wird auf eine Temperatur von ca. 200 °C heruntergekühlt und der Druck auf ca. 3 100 hPa (45 psi) reduziert, bevor sie den Verbrauchern zugeführt wird. Je nach Flugzeugmuster werden von dem Zapflußsystem außer dem EC-System auch Triebwerksanlasser, Enteisungs-, Hydraulik-, Frischwasser- und Kraftstoffsysteme mit Druckluft versorgt.



Vereinfachte Darstellung des Zapflußsystems eines Triebwerks

Das Zapflußsystem kann je nach Flugzeugmuster auch zusätzlich durch einen von einer APU angetriebenen Kompressor mit Druckluft versorgt werden.

1.4.5 Fehlerfälle

Durch Fehler innerhalb des EC-Systems kann es zu erhöhten oder zu geringen Drücken oder Temperaturen in der Druckkabine kommen. Erreicht der Druck zu hohe oder zu niedrige Werte wird dies der Flugbesatzung mithilfe eines automatischen Alarms angezeigt. Die Flugbesatzung kann durch vorgegebene Verfahren den Druck wieder in einen akzeptablen Bereich bringen. Ähnliches gilt für die Temperaturregelung, wobei die Besatzung hier auf die eigene Wahrnehmung angewiesen ist, da keine automatische Alarmierung bei Temperaturabweichungen erfolgt.

Die verschiedenen Systeme, welche mit Zapfluft versorgt werden, sind so an das Zapfluftsystem angeschlossen, dass ein Rückfluss der verschiedenen Systemflüssigkeiten (Hydrauliköl, Kraftstoff, Trinkwasser) in das Zapfluftsystem verhindert wird. Dies geschieht in der Regel durch Rückschlagventile.

1.5 Nachweisführung im Rahmen der Musterzulassung

Flugzeuge werden durch die Luftfahrtbehörden auf der Basis von Bau- und Zulassungsvorschriften als Muster zugelassen. Die europäische Luftfahrtbehörde European Aviation Safety Agency (EASA) erteilt Zulassungen für Verkehrsflugzeuge nach den Bauvorschriften CS-25. Die US-amerikanische Luftfahrtbehörde Federal Aviation Administration (FAA) wendet vergleichbare Zulassungsgrundlagen an. In diesen Regelwerken und zusätzlichen Ausführungsbestimmungen werden Mindestanforderungen beschrieben, die für die Musterzulassung eines Verkehrsflugzeuges erfüllt werden müssen. Hat der Hersteller des Flugzeuges alle Anforderungen der Bauvorschrift nachgewiesen, erteilt die Zulassungsbehörde eine Musterzulassung.

Die Kabinenluft in Verkehrsflugzeugen wird bei den meisten Konstruktionen durch die Zapfluft der Triebwerke oder der APU bereitgestellt und durch das Environmental Control System aufbereitet und verteilt. Die Sauberkeit der Kabinenluft wird also durch die Funktionsfähigkeit dieser Systeme im Normalfall und bei Fehlern bestimmt. Die Anforderungen dafür sind in Bauvorschriften zusammengefasst.

1.5.1 Struktur der Bauvorschrift

Bauvorschriften werden ständig aktualisiert, um dem jeweiligen Stand der Technik zu entsprechen und um für ein bestimmtes Sicherheitsniveau angepasste Forderungen bereitzustellen. Der jeweilige Stand der Bauvorschrift (Amendment) wird zu Beginn der Entwicklung des Produktes festgelegt und nur bei sehr großen Änderungen angepasst. Deshalb ist ein derzeit in Betrieb befindliches Flugzeug in der Regel nicht nach den neuesten Forderungen zugelassen.

Die folgende Betrachtung bezieht sich auf den in Europa im September 2013 festgelegten Amendment-Stand der jeweiligen Bauvorschrift.

Grundsätzliche Anforderungen an die Konstruktion von Flugzeugen sind in der Basic Regulation No. 216/2008 vorgeschrieben (Essential Requirements). Davon ausgehend werden für einzelne Produkte spezielle Bauvorschriften erlassen. Maßgeblich sind:

- CS-25 für Verkehrsflugzeuge
- CS-E für Triebwerke
- CS-APU für APUs

In den USA gelten weitgehend harmonisierte Vorschriften, die als FARs bezeichnet werden. Weitere Hinweise, wie einzelne Paragraphen der CS erfüllt werden können, sind in Hinweismaterialien (AMCs) zusammengefasst. Darüber hinaus werden für die Erfüllung einer Forderung Normen und Standards herangezogen (DIN, EN, SAE, MIL u.a.).

1.5.2 Anforderungen an die Sauberkeit der Kabinenluft nach CS-25

Für die Sauberkeit der Kabinenluft sind die Paragraphen CS-25.831, CS-25.832 und CS-25.1309 maßgeblich. Die Paragraphen CS-25.831, CS-25.832 enthalten spezielle Forderungen an das ECS. Nach Aussage der EASA sind diese Forderungen nicht für die Konstruktion des Triebwerkes anzuwenden, sondern nur für das Flugzeug. Als Kriterium für die Kabinenluft ist festgelegt, dass diese frei von schädigenden oder gefährlichen Konzentrationen von Dämpfen oder Gasen sein muss.

Der Paragraph CS-25.1309 ist mit Ausnahme für das Triebwerk selbst für alle Systeme und für die Triebwerksinstallation anzuwenden, d.h. auch für das ECS.

Er legt zulässige Ausfallwahrscheinlichkeiten für Systeme in Abhängigkeit von deren Bedeutung für die Funktion (Criticality) fest. Nach Aussage der EASA würde das ECS im Rahmen der Nachweisführung zum Paragrafen CS 25.1309 auch in Bezug auf Verschmutzung der Kabinenluft betrachtet werden. Beeinträchtigungen der Gesundheit der Flugbesatzungen (ohne Einschränkungen der Handlungsfähigkeit) würden als „Major“ klassifiziert werden.

Figure 2: Relationship Between Probability and Severity of Failure Condition

Effect on Aeroplane	No effect on operational capabilities or safety	Slight reduction in functional capabilities or safety margins	Significant reduction in functional capabilities or safety margins	Large reduction in functional capabilities or safety margins	Normally with hull loss
Effect on Occupants excluding Flight Crew	Inconvenience	Physical discomfort	Physical distress, possibly including injuries	Serious or fatal injury to a small number of passengers or cabin crew	Multiple fatalities
Effect on Flight Crew	No effect on flight crew	Slight increase in workload	Physical discomfort or a significant increase in workload	Physical distress or excessive workload impairs ability to perform tasks	Fatalities or incapacitation
Allowable Qualitative Probability	No Probability Requirement	<---Probable--->	<---Remote--->	<-----Extremely Remote----->	Extremely Improbable
Allowable Quantitative Probability: Average Probability per Flight Hour on the Order of:	No Probability Requirement	<-----> <10 ⁻³ Note 1	<-----> <10 ⁻⁵	<-----> <10 ⁻⁷	<10 ⁻⁹
Classification of Failure Conditions	No Safety Effect	<---Minor--->	<---Major--->	<---Hazardous--->	Catastrophic
<p>Note 1: A numerical probability range is provided here as a reference. The applicant is not required to perform a quantitative analysis, nor substantiate by such an analysis, that this numerical criteria has been met for Minor Failure Conditions. Current transport category aeroplane products are regarded as meeting this standard simply by using current commonly-accepted industry practice.</p>					

Zusammenhang zwischen Eintrittswahrscheinlichkeit und Schweregrad im Fehlerfall

Quelle: EASA

Für die Installation von Triebwerken ist der Unterabschnitt (Subpart) E Powerplant anzuwenden. Paragraf CS-25.901 legt unter anderem fest, dass die Installation den

Anforderungen des Triebwerkherstellers oder des Halters der Musterzulassung entsprechen muss. Dieser ist verpflichtet, diese Anforderungen festzulegen (CS-E20).

Anforderungen an die Triebwerke

Entsprechend CS-E20 ist der Triebwerkhersteller verpflichtet, alle für die Installation notwendigen Bedingungen (Grenzwerte, Bereich, Schnittstellendefinitionen usw.) zu dokumentieren. Im AMC E 30 sind die Mindestanforderungen aufgeführt. Anforderungen für die Bleed Air Quality sind darin nicht enthalten.

Der Paragraph CS-E 510 schreibt vor, dass eine Sicherheitsanalyse durchzuführen ist. In dem dazugehörigen AMC E 501 ist festgelegt, dass verschmutzte Kabinenluft zu betrachten ist.

Im Paragraph CS-E 690 sind die Forderungen für das Zapfluftsystem beschrieben, wenn dieses für das Klimasystem des Flugzeuges verwendet wird. Als Kriterium sollen alle Defekte analysiert werden, die die Sauberkeit der Kabinenluft beeinflussen könnten.

Anforderungen an APUs

Ähnlich CS-E ist in Paragraph CS-APU 20 aufgeführt, dass die für die Installation notwendigen Bedingungen in einem Manual zur Verfügung gestellt werden müssen. CS-APU 210 enthält die Forderung, dass eine Sicherheitsanalyse in Bezug auf die Sauberkeit der Zapfluft durchzuführen ist. Als Kriterium ist die Handlungsfähigkeit der Besatzung oder der Passagiere aufgeführt.

Weitergehende Forderungen

Von der EASA wurde der BFU mitgeteilt, dass weitere Festlegungen bzw. Grenzwerte u.a. in Normen und „nationalen Arbeitsplatzverordnungen“ aufgeführt sind (z.B. ARP4418, UK Health & Safety Executive occupational exposure limits).

Stellungnahme der EASA zu ausgewählten Fragen der BFU:

Im Zusammenhang mit der Studie hat die EASA gegenüber der BFU ausgeführt, dass bei der Zulassung eines Verkehrsflugzeuges nach CS-25 (speziell im Hinblick auf die o.g. Paragraphen der Bauvorschrift) CO- und CO₂-Kontaminationen betrachtet würden.

Weitere Stoffe würden nur bei der Zulassung der Triebwerke bzw. der APU untersucht.

Eine Notwendigkeit, z.B. Hydraulikflüssigkeit als Verursacher für Verunreinigungen der Kabinenluft zu betrachten, bestünde nicht.

Bei Auftreten einer Verunreinigung der Kabinenluft könnten durch die Anwendung von Verfahren (lt. Airplane Flight Manual) weitere Gefahren für die Besatzung und die Passagiere verhindert werden.

Lang andauernde physiologische Beeinträchtigungen würden nicht durch die CS-25 betrachtet und seien nicht Bestandteil der Nachweisführung der Paragraphen CS-25.831 b) und CS-25.1309. Diese Betrachtungen sollten durch Gesundheitsorganisationen erfolgen, deren Ergebnisse dann durch die EASA berücksichtigt würden.

Bei der Zulassung von Triebwerken und APUs würden Fehler im Ölsystem, Abrieb der Rubstrips und Leckagen des Kraftstoffsystems betrachtet. Im Wesentlichen erfolge der Nachweis durch Analysen.

Zu betrachtende Stoffe und Substanzen sowie deren Grenzwerte seien in der SAE ARP4418 und MIL-E-005007E enthalten. Die Grenzwerte der ARP4418 würden für den normalen Betrieb angewendet. Für Fehlerfälle würden andere Grenzwerte angewendet, so z.B. die der UK Health & Safety Executive.

Lang andauernde physiologische Beeinträchtigungen würden durch die CS-E nicht betrachtet.

1.6 Fume Events in Europa

In der Datenbank "European Coordination Centre for Aircraft Incident Reporting System (ECCAIRS)" werden Unfälle, Schwere Störungen und Störungen von den euro-

päischen Sicherheitsuntersuchungsstellen (in Deutschland BFU) sowie von den für die Erfassung von Sicherheitsereignissen zuständigen Luftfahrtbehörden erfasst.

Für den Zeitraum 2010 bis 2013 waren zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Studie folgende Ereignisse aus anderen europäischen Staaten erfasst, die als Fume Events beschrieben wurden:

	Unfälle	Schwere Störungen	Störungen
Finnland			5
Frankreich			89
Großbritannien	3	1	108
Irland			4
Island			7
Lettland			2
Litauen			1
Luxemburg			7
Niederlande			68
Norwegen			11
Österreich		1	
Portugal		2	14
Rumänien		7	
Schweden		1	1
Ungarn		1	

Fume Events in ECCAIRS-Datenbank

Quelle: ECCAIRS

Hinweis: Diese Einträge berücksichtigen nur die abgeschlossenen Untersuchungen von Fume Events im Zeitraum 2010 bis 2013.

2. Auswertung

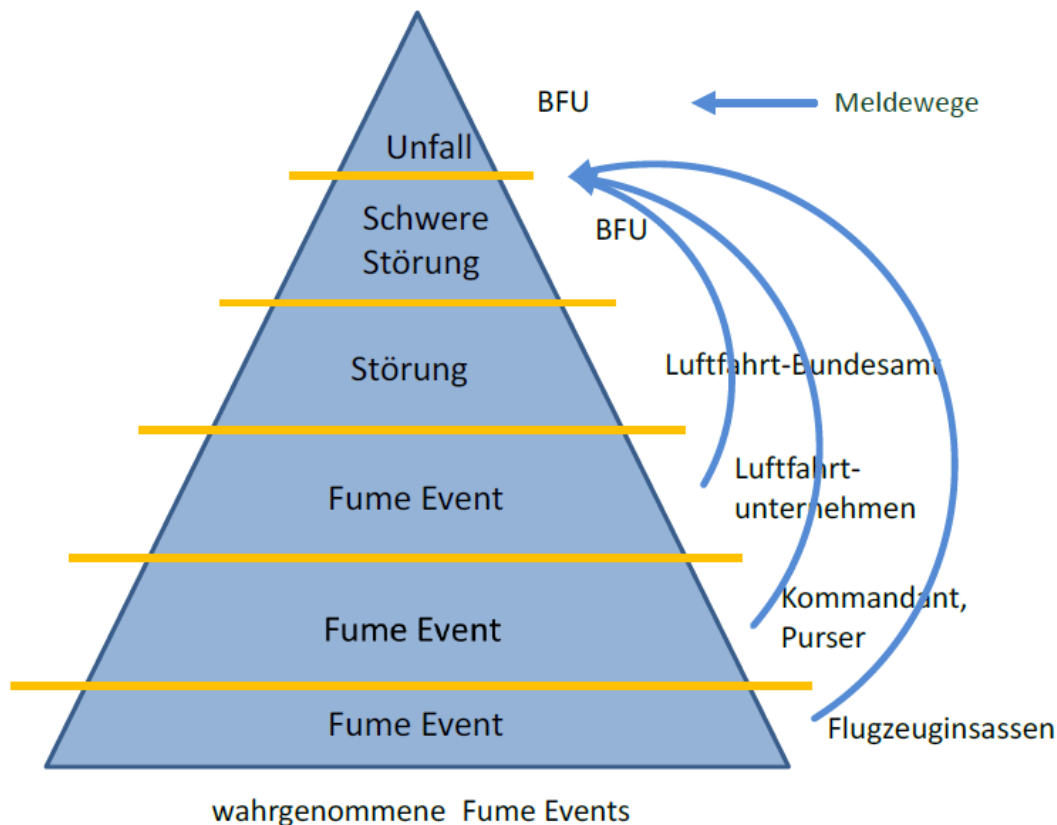
Die in den letzten Jahren gestiegene Anzahl der Meldungen über Ereignisse in Verbindung mit einer möglicherweise verunreinigten Kabinenluft und die öffentliche sowie die politische Diskussion über dieses Thema veranlasste die BFU, eine über den Einzelfall hinausgehende Betrachtung im Rahmen einer Studie im Sinne der VO (EU) Nr. 996/2010 vorzunehmen. Begründet wird diese Vorgehensweise durch die Tatsache, dass mit den üblichen Methoden und Mitteln der Untersuchung von Unfällen und Schwere Störungen ein kausaler Zusammenhang zwischen den von Flugzeuginsassen wahrgenommenen medizinischen Symptomen und einer möglicherweise verunreinigten Kabinenluft nicht oder nur bedingt herstellbar war. Aufgrund der Aufgabenstellung der BFU stellte sich hauptsächlich die Frage, ob durch die gemeldeten und beschriebenen Ereignisse die Flugsicherheit gefährdet war. Aufgrund breit gefächter Erwartungen an Untersuchungsergebnisse durch die Öffentlichkeit und melddender, möglicherweise betroffener Personen sowie von Luftfahrtunternehmen war diese Abgrenzung notwendig.

Da die Untersuchung der Einzelereignisse mit den zur Verfügung stehenden und angemessenen Mitteln nicht möglich war, wurde die Gesamtbetrachtung aller gemeldeten Ereignisse im Zeitraum 2006 bis 2013 gewählt. Schwerpunkte dieser Studie sind eine Auswertung und Betrachtung der Meldungen, die Nachweisführung zu Aspekten der Luftqualität in Flugzeugkabinen im Rahmen der Musterzulassung sowie eine Betrachtung des technischen Konzeptes für die Aufbereitung und Verteilung der Kabinenluft in Verkehrsflugzeugen.

2.1 Meldungen über Fume Events

Ereignisse, bei denen es zu Gerüchen, Rauchbildung oder gesundheitlichen Einschränkungen in Verkehrsflugzeugen kommt, werden durch Flugzeugbesatzungen oder Fluggäste wahrgenommen und über die verschiedenen vorgesehenen Meldewege zur Kenntnis gebracht. In der Regel läuft der Kommunikationsweg über den verantwortlichen Flugbegleiter, den Kommandanten (verantwortlicher Flugzeugführer), die zuständigen Stellen im Luftfahrtunternehmen und gegebenenfalls die zuständigen Behörden. Je nach Schwere und Bedeutung des Ereignisses gelangen die Informationen nur an das Luftfahrtunternehmen oder bei Erreichen der Kriterien für eine Meldepflicht nach § 5b LuftVO an das Luftfahrt-Bundesamt sowie bei einem Unfall oder einer Schwere Störung nach § 5 LuftVO an die BFU. Dieses Meldeprinzip

erklärt, dass dem Luftfahrtunternehmen mehr Ereignisse bekannt sein können als den zuständigen Behörden.



Diese Meldesystematik zeigt, warum nicht alle Störungen, die von Besatzungsmitgliedern oder Fluggästen wahrgenommen werden, zu einer Meldung an die BFU führen. Auch wird deutlich, warum nicht alle der BFU vorliegenden Meldungen auch dem Luftfahrt-Bundesamt oder den Luftfahrtunternehmen bekannt sein müssen.

Auffällig ist die steigende Anzahl gemeldeter Ereignisse in Verbindung mit einer möglichen Verunreinigung der Kabinenluft in dem erfassten Zeitraum. Der Anstieg von 40 Meldungen im Jahr 2006 über knapp 60 Meldungen in den Folgejahren auf 94 im Jahr 2011, 117 im Jahr 2012 auf 175 im Jahr 2013 zeigt aus der Sicht der BFU die zunehmende Sensibilität für das Thema Kabinenluft. Die Zahl der jährlichen Meldungen hat sich im Betrachtungszeitraum mehr als vervierfacht. Daraus lässt sich eine höhere Sensibilität für das Thema ableiten.

Diese Entwicklung bei den Meldungen zeigt nicht nur die höhere Sensibilität für das Thema, sondern auch ein Problem bei dem Erkennen der Bedeutung und Schwere eines Fume Events. Das heißt, es gibt eine hohe Anzahl von Geruchssituationen im Flugzeug, die zu einem „Alarm“ bei Flugzeugbesatzungen führen, aber letztendlich nicht mit Symptomen verbunden sind, die eine Klassifizierung als Schwere Störung rechtfertigen würden. Die BFU geht davon aus, dass auf diese Art und Weise eine Vielzahl von Meldungen generiert wird, weil eine eindeutige Anzeige oder ein klarer Indikator für ein meldepflichtiges Fume Event nicht existiert.

Auch die Inhalte einiger Meldungen deuten auf eine Übersensibilität hin. Teilweise ist aus den Meldungen zu erkennen, dass diese vorsichtshalber an die BFU gerichtet wurden, um eventuell sich daraus ergebende Nachteile für eine zukünftige Nachweisführung zu vermeiden. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass die BFU ausschließlich das Ziel verfolgt, zukünftige Unfälle zu vermeiden, sie dient nicht zur Schadensregulierung sowie zur Durchsetzung anderer Interessen.

Die Einführung der BFU-Fragenlisten Kabinenluft (Erstbefragung) und Kabinenluft (Nachbefragung) im dritten Quartal 2013 soll bewirken, dass damit nicht nur die Ermittlung von Fakten vereinheitlicht wird, sondern sich Angaben aus den Erstmeldungen präzisieren und relativieren lassen.

Nach Auffassung der BFU ist der genannte Anstieg von Fume Events sowohl auf eine Übersensibilisierung der Flugbesatzungsmitglieder als auch auf ein nicht vorhandenes, standardisiertes Meldeverfahren sowie auf die Meldepflicht an unterschiedliche Adressaten durch verschiedene EU-Verordnungen zurückzuführen.

Zu berücksichtigen ist auch, dass der Begriff „Fume Event“ nicht in den luftrechtlichen Regelwerken beschrieben und definiert ist.

Die Zunahme der Meldungen von Fume Events ist auch auf die Tatsache zurückzuführen, dass nicht nur, die nach § 5 LuftVO verantwortlichen Luftfahrzeugführer und Luftfahrtunternehmen Meldungen an die BFU richten, sondern im Sinne der VO (EU) Nr. 996/2010 die beteiligten Personen. Damit wurde der Kreis der meldeberechtigten Personen erweitert. Die umfangreiche Diskussion des Themas Kabinenluft in den verschiedenen Internet-Foren kann ebenfalls zu der größeren Meldefreudigkeit beitragen haben.

Der in der Pyramidendarstellung beschriebene Meldeweg von der Wahrnehmung eines Ereignisses im Flugzeug bis zur Meldung an die BFU soll nicht den Eindruck erwecken, dass Meldungen grundsätzlich nur über das Luftfahrtunternehmen an die

Behörden zu richten sind. Sowohl § 5 LuftVO als auch Artikel 9 VO (EU) Nr. 996/2010 sehen eine direkte Meldung durch einzelne Personen und Funktionsträger ausdrücklich vor. Entscheidend sind aus der Sicht der BFU sachliche und faktenorientierte Meldeinhalte.

2.2 Klassifizierung von Fume Events

Die BFU nimmt die Klassifizierung von Fume Events, wie auch von allen anderen gemeldeten Ereignissen, nur nach den Legaldefinitionen der VO (EU) Nr. 996/2010 und des FIUUG vor.

Im Sinne der Kernaufgabe der BFU werden Unfälle und Schwere Störungen mit entsprechender Priorität untersucht. Bei den Schwere Störungen stehen die Ereignisse im Vordergrund, die ein hohes Risiko für einen Unfall aufzeigen. Beispielsweise hat eine Schwere Störung, bei der Feuer an Bord eines Flugzeuges aufgetreten ist, eine hohe Untersuchungsrelevanz. Ein Ereignis, bei dem eine Geruchsentwicklung durch verbrannte Speisereste in einem Ofen an Bord entstanden ist, bedarf dagegen weniger Aufmerksamkeit durch die BFU.

2.2.1 Klassifizierung als Unfall

Ein Fume Event wird als Unfall klassifiziert, wenn damit eine schwere Verletzung oder ein schwerer Schaden am Luftfahrzeug verbunden ist. Neben bestimmten Verletzungen, wie in der Definition (Kapitel 1.2) angegeben, ist auch ein Krankenhausaufenthalt von mehr als 48 Stunden innerhalb von 7 Tagen nach dem Ereignis maßgeblich. Die Kausalität zwischen Verletzungen und dem Ereignis muss im Einzelfall gegeben sein. Dieser Nachweis wäre auch bei möglicherweise aufgetretenen Spätfolgen zu führen.

Die Notlandung der Falcon 20 auf dem Flugplatz in Kiel-Holtenau war erforderlich geworden, weil in der Passagierkabine ein pyrotechnisches Notsignal gezündet worden war. Die Verletzungen waren durch Verbrennungen und Rauchgasintoxikation sowie durch den Aufprall entstanden. Die Flugbesatzung konnte sich durch das Aufsetzen der Sauerstoffmasken weitestgehend schützen.

Der beschriebene Fall mit der ATR 72 in München war initial auf einen Triebwerkschaden mit Ölgeruch zurückzuführen. In der Folge kam es bei der Landung mit ei-

nem abgestellten Triebwerk zu einer schweren Beschädigung der Triebwerksstruktur. Über gesundheitliche Symptome oder Einschränkungen haben Besatzungsmitglieder oder Fluggäste nicht berichtet.

Der Unfall mit der Antonov-AN 12 in Leipzig geschah in Verbindung mit einem Feuer kurz nach dem Anlassen der Triebwerke bzw. der APU. Es war damit kein Unfallereignis, bei dem Personen an Bord eines Flugzeuges möglicherweise verunreinigte Luft eingeatmet haben.

Die drei oben genannten Unfälle waren keine typischen Fume Events, bei denen es aufgrund einer unbekanntenen Quelle zu einer gesundheitlichen Beeinträchtigung der Flugzeuginsassen kommen konnte.

Die von der spanischen Untersuchungsbehörde noch nicht abgeschlossene Untersuchung mit einer Boeing 757 in Las Palmas wurde als Unfall klassifiziert, weil eine Flugbegleiterin aufgrund anhaltender gesundheitlicher Probleme nach dem Vorfall mehr als 48 Stunden innerhalb von 7 Tagen im Krankenhaus behandelt wurde. Da der BFU zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Studie von der spanischen Untersuchungsbehörde keine abschließenden Erkenntnisse vorlagen, war eine Bewertung nicht möglich.

Insgesamt lässt sich für die BFU feststellen, dass aus den oben genannten Unfällen, möglicherweise mit Ausnahme des Unfalls in Spanien, keine Erkenntnisse zur Klärung der typischen Fume Events herbeizuführen waren.

2.2.2 Klassifizierung als Schwere Störung

Aus den im Betrachtungszeitraum 2006 bis 2013 der BFU gemeldeten 663 Fume Events wurden 29 Ereignisse als Schwere Störung klassifiziert, weil mindestens ein formales Kriterium wie

- Feuer oder Rauch an Bord des Flugzeuges festgestellt,
- Flugbesatzung war gezwungen Sauerstoffmasken aufzusetzen,
- Mitglied der Flugbesatzung war ausgefallen (Incapacitation),

gegeben war.

In vier Fällen waren nach der Bewertung der BFU für die Piloten die Sauerstoffmasken für die sichere Durchführung des Fluges zwingend notwendig.

Die weiteren 25 Schwere Störungen wurden so klassifiziert, weil eine nicht unerhebliche Rauchentwicklung mit Verdacht auf Feuer, eine Rauchentwicklung in Verbindung mit einem Austritt von Öl oder komplexe technische Probleme berichtet wurden. In Verbindung mit den oben genannten Beschreibungen wurden auch gesundheitliche Beschwerden von Flugbesatzungen angesprochen. Die Möglichkeiten einer Untersuchung waren in einigen Fällen aufgrund von nicht mehr reproduzierbaren Fehlfunktionen, nicht (mehr) vorhandenen Nachweisen nur eingeschränkt möglich. Flugdatenschreiber (FDR) und Cockpit Voice Recorder (CVR) haben bei einigen Untersuchungen die flugbetrieblichen Abläufe nach Auftreten der Störung belegen und die Dynamik des Ereignisses zeigen können. Sie gaben aber wenig Hinweise auf technische Fehlfunktionen oder eventuelle Leckagen in den Flugzeugsystemen oder Triebwerksanlagen.

Der Aspekt, dass zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Studie bei zwölf Schwere Störungen medizinische Untersuchungsergebnisse nicht vorlagen oder technische Ursachen nicht identifiziert waren, erklärt die Problematik bei der Nachweisführung und Reproduzierbarkeit von Fume Events. Aus diesen Gründen sind einige dieser Untersuchungen auch noch nicht abgeschlossen.

Die Untersuchungen von elf Schwere Störungen, die sich im Betrachtungszeitraum ereignet haben, wurden abgeschlossen. Bei zwei Untersuchungen ergaben sich Hinweise auf Öl-Leckagen an der APU bzw. im Hydrauliksystem.

Fünf als Schwere Störung klassifizierte Ereignisse waren auf Rauchentwicklung in Verbindung mit elektrischen oder elektronischen Systemen zurückzuführen.

Die oben beschriebenen Erkenntnisse zeigen der BFU, dass Fume Events im Sinne einer technischen Ursache häufig nicht nachweisbar und nicht nur auf Öl-Leckagen zurückführbar sind.

Nicht alle als Schwere Störung klassifizierten Fume Events haben am Ereignistag oder in den Folgetagen Hinweise auf gesundheitliche Beschwerden erkennen lassen. In 15 Fällen gab es keine gesundheitlichen Beschwerden oder es wurde nicht gemeldet. In 14 Fällen wurden gesundheitliche Beschwerden, wie Kopfschmerzen, Schwindel usw. gemeldet.

Die Auswertung von Fume Events hat auch in dem Bereich der Schwere Störungen eine deutliche Unsicherheit bei Besatzungsmitgliedern hinsichtlich möglicher gesundheitlicher Gefährdungen gezeigt. In elf Fällen begaben sich Besatzungsmitglieder am Ereignistag oder später in eine medizinische Behandlung. In 14 Fällen erhielt

die BFU keine Information über die medizinische Behandlung. In vier Fällen wurde bestätigt, dass es keine medizinische Behandlung gab.

In sieben Fällen lagen der BFU keine Befunde medizinischer Untersuchungen vor. Obwohl in den meisten Fällen nachgefragt wurde und die BFU mit der VO (EU) Nr. 996/2010 auch eine Rechtsgrundlage dafür hat, gab es keine Rückmeldungen über medizinische Befunde. Es ist möglich, dass die Betroffenen keine positiven Befunde vorliegen haben oder diese bewusst nicht an die Untersuchungsbehörde weitergeleitet werden sollten.

In einem Fall gab es ein positives Ergebnis bei der sogenannten "Nebraska Blutanalyse". Details wurden der BFU nicht bekannt.

Einen Hinweis auf TCP/TOCP oder einen anderen giftigen Stoff, mit Ausnahme der Information über die "Nebraska Blutanalyse" in einem Fall, hat die BFU durch die Untersuchung der Schwere Störungen nicht erhalten.

Die Erfahrungen bei der Bearbeitung von Fume Events in der Kategorie Schwere Störungen zeigen der BFU:

- erhebliche Schwierigkeiten bei der Nachweisführung von möglichen Verunreinigungen der Kabinenluft durch eingeschränkte Untersuchungsmöglichkeiten
- Probleme bei der Nachweisführung gesundheitlicher Beschwerden in Verbindung mit medizinischen Befunden
- dass Beeinträchtigungen für die Flugbesatzungen, Kabinenbesatzungen und Fluggäste tatsächlich aufgetreten sind
- dass durch den rechtzeitigen Einsatz von Sauerstoffmasken durch Piloten flugsicherheitsrelevante Situationen weitestgehend vermieden wurden

Die abgeschlossenen Untersuchungen und soweit erkennbar auch die nicht abgeschlossenen Untersuchungen zeigen kein relevantes Flugsicherheitsproblem.

In 28 Fällen waren die Kriterien für eine Schwere Störung erfüllt, ohne dass diese in Zusammenhang mit einem Fume Ereignis gebracht wurden. Dabei wurden in 26 Fällen Mitglieder der Flugbesatzung teilweise oder vollständig handlungsunfähig. Als Gründe wurden hier Erkrankungen genannt, die auch außerhalb der fliegerischen Tätigkeit auftreten können (z.B. Herzanfall, Nahrungsmittelvergiftung usw.). Die Zahlen zeigen, dass bei Handlungsunfähigkeit eines Besatzungsmitgliedes dessen Hand-

lungen durch das handlungsfähig gebliebene Besatzungsmitglied grundsätzlich übernommen werden können.

2.2.3 Klassifizierung als Störung

38 der gemeldeten Ereignisse, für die keine Meldepflicht bestand, wurden als Störung klassifiziert.

Die BFU hat diese 38 Fälle in der ECCAIRS-Datenbank erfasst und soweit möglich auch untersucht. Neun dieser Untersuchungen waren zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Studie abgeschlossen.

Bei fünf dieser abgeschlossenen Fälle konnte weder durch das Luftfahrtunternehmen noch durch die BFU eine technische Ursache festgestellt werden. In einem Fall kam es zu einer Sauerstoffunterversorgung in der Flugzeugkabine und in einem weiteren Fall war es zu einer Rauchentwicklung durch Trockeneis im Frachtraum gekommen.

Die BFU konnte aus diesen abgeschlossenen Untersuchungen von Störungen keine Erkenntnisse zu möglichen Hintergründen der Fume Events erlangen.

Die 29 noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen von Störungen bezogen sich nahezu ausschließlich auf Ereignisse mit Rauch und Geruchsentwicklung. In sieben Fällen wurde auf Ölgeruch und in sechs Fällen auf "alte Socken" hingewiesen. In den Fällen mit Hinweis auf Ölgeruch wurde zweimal Ölverlust in einem Triebwerk identifiziert. In einem Fall wurde eine defekte Dichtung in der APU gefunden. Bei dem Geruch nach "alten Socken" wurde einmal eine Ölüberfüllung festgestellt. In den anderen Fällen gab es keinen Hinweis auf eine mögliche Ursache.

Bei 26 Störungen berichteten Flugzeuginsassen über Kopfschmerzen und diverse gesundheitliche Beschwerden.

In 22 Fällen gab es eine medizinische Behandlung oder Diagnostik, davon hat die BFU in 16 Fällen keine Ergebnisse erfahren. In den der BFU vorgelegten ärztlichen Befundberichten waren folgende Blutwerte auffällig:

- in zwei Fällen war Methämoglobin mit über 20% angegeben (Normalwert 1%)
- in zwei Fällen wird das COHb im Laborbericht positiv bewertet
- in einem Fall wird der CO-Wert bei einer Person mit 7% und einer Person mit 12% im Laborbericht positiv bewertet

Die oben genannten Daten zeigen, dass

- Fume Events mit gesundheitlichen Beeinträchtigungen vorkommen,
- die Nachweismittel und -möglichkeiten (z.B. Blutwerte) der BFU nicht in allen Fällen vorliegen,
- standardisierte Verfahren für die Meldung und Nachweisführung (Blutuntersuchung) nicht vorliegen,
- in diesen Fällen die Flugsicherheit nicht beeinträchtigt war.

Im Hinblick auf die Erkenntnisse aus dieser Studie, dass durch diese Fume Events keine bedrohliche Einschränkung der Flugsicherheit hervorgerufen wurde, ist eine Ausweitung der Untersuchung dieser Störungen durch die BFU nicht gerechtfertigt.

2.3 Bewertung der gemeldeten Ereignisse und der Untersuchungsergebnisse

Nach den Erkenntnissen aus den Untersuchungen und Meldungen hat die BFU die Fume Events in vier Kategorien eingeteilt:

- Fume Events mit Auswirkungen auf die Flugsicherheit
- Fume Events mit möglichen Auswirkungen auf die Arbeitssicherheit der Besatzungsmitglieder
- Fume Events mit Auswirkungen auf den Komfort für die Flugzeuginsassen
- Fume Events und mögliche Langzeitwirkungen auf die Flugzeuginsassen

2.3.1 Fume Events mit Auswirkungen auf die Flugsicherheit

Die Auswertung der Daten für diese Studie hat im Ergebnis gezeigt, dass die formalen Voraussetzungen für eine Schwere Störung bei einigen Fume Events durch das Aufsetzen der Sauerstoffmasken im Cockpit oder einen teilweisen Ausfall eines Piloten gegeben waren. In wenigen Fällen waren die Sicherheitsreserven soweit reduziert, dass eine im Sinne der Legaldefinition hohe Unfallwahrscheinlichkeit bestand.

Eine Unschärfe zeigte sich bei der Beurteilung, ob in den Einzelfällen aus der Sicht im Nachhinein das Aufsetzen der Masken zwingend notwendig gewesen wäre. Durch die getroffene und richtige Entscheidung der Cockpitbesatzung, im Zweifelsfall die Sauerstoffmasken aufzusetzen, wäre eine Aussage über den Ausgang des Fluges ohne Benutzung der Sauerstoffmasken eher spekulativ.

Bei der Schwere Störung mit dem Airbus A319 im Anflug auf Köln waren nach einer massiven Geruchsentwicklung im Cockpit beide Piloten in ihrer physischen und psychischen Leistungsfähigkeit eingeschränkt. Der Anflug konnte unter Sauerstoffmasken stabil und sicher fortgesetzt werden. Nach Auffassung der BFU waren die Sauerstoffmasken hier ohne Zweifel erforderlich.

Die Auswertung der BFU zeigt auch, dass Mitglieder der Cockpitbesatzung durch Fume Events in ihrer Leistungsfähigkeit eingeschränkt waren. Es wurde jedoch kein Fume Event identifiziert, bei dem ein Pilot handlungsunfähig wurde. Auch hier bleibt zu berücksichtigen, dass in einigen Fällen die Sauerstoffmaske vorsorglich aufgesetzt wurde und der Ausgang des Fluges ohne Sauerstoffmaske spekulativ bleibt.

Der Ausfall von Mitgliedern der Kabinenbesatzung führte im Sinne der VO (EU) Nr. 996/2010 in Verbindung mit VO (EU) Nr. 859/2008 nicht zwangsläufig zur Klassifizierung als Schwere Störung.

Hier gilt, wie auch bei den Fluggästen, die Definition der schweren Verletzung nach VO (EU) Nr. 996/2010. Die Auswertung der Fume Events im Betrachtungszeitraum 2006 bis 2013 hat neben dem Ereignis in Spanien keinen Fall ergeben, bei dem der kausale Zusammenhang zwischen dem Fume Event und der schweren Verletzung nachweisbar war.

Die gemeldeten langfristigen gesundheitlichen Beeinträchtigungen oder Erkrankungen werden unter 2.3.4 betrachtet.

2.3.2 Fume Events mit möglichen Auswirkungen auf die Arbeitssicherheit der Besatzungsmitglieder

Von 663 im Betrachtungszeitraum 2006 bis 2013 der BFU gemeldeten Fume Events wurden in 142 Fällen gesundheitliche Beeinträchtigungen erwähnt. Diese wurden in den Meldungen durch Betroffene oder andere nach VO (EU) Nr. 996/2010 und § 5 LuftVO Meldepflichtigen berichtet oder sind Ergebnis der Befragung bzw. Untersuchung durch die BFU. Es wird berichtet über Augenbrennen, Benommenheit, Händezittern, Kopfschmerzen, Schwindel oder eine Kombination aus diesen Angaben (multiple).

Durch die Studie wird deutlich, dass es zu Fume Events mit gesundheitlichen Beeinträchtigungen für die Flugzeuginsassen gekommen ist. Auch wenn die BFU keine wesentlichen Flugsicherheitsaspekte erkennen konnte und auch nur wenige Meldungen von Flugpassagieren kamen, gibt es deutliche Hinweise, die auf Belastungen von Flugbesatzungen, Kabinenbesatzungen und Fluggästen hinweisen.

Auch Kabinenbesatzungen, die in der Flugzeugkabine ihre Arbeit verrichten müssen und neben den Serviceaufgaben auch für die Sicherheit im Fluggastraum verantwortlich sind, sollten vor Gefahren am Arbeitsplatz geschützt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass für Kabinenbesatzungen keine mit dem Cockpit vergleichbaren Sauerstoffmasken zur Verfügung stehen.

Eine Bereitstellung von Sauerstoffmasken für Kabinenbesatzungen für den Notfall würde das mögliche Problem nicht komplett lösen. Die Fluggäste wären noch unverorgt und die Arbeitsfähigkeit der Flugbegleiter müsste auch im Notfall zur Wahrnehmung der Sicherheitsaufgaben erhalten bleiben.

Bei der Auswertung der Meldungen von Fume Events wurde erkennbar, dass eine Versachlichung des Themas dringend notwendig ist. So gab es Meldungen von erlebten Fume Events, die vorsorglich der BFU gemeldet wurden, um nicht eventuelle Nachteile bei späteren Versorgungsansprüchen in Kauf nehmen zu müssen. Ebenso wurden Meldungen wenig faktenorientiert geschildert, sondern eher emotional. Hier zeigt sich für die BFU, dass insbesondere das Kabinenpersonal Informationen darüber erhält, wann und wie Fume Events gemeldet werden sollen.

Zusammengefasst kommt die BFU zu dem Schluss, dass in Verbindung mit Fume Events mögliche gesundheitliche Beeinträchtigungen festgestellt wurden, die jedoch nicht flugsicherheitsrelevant waren.

2.3.3 Fume Events mit Auswirkungen auf den Komfort der Flugzeuginsassen

Von den 663 gemeldeten Ereignissen waren 596 nicht meldepflichtig. In diesen Fällen wurden Geruchsmerkmale beschrieben. In 485 dieser Fälle waren keinerlei gesundheitliche Beeinträchtigungen bei den Insassen aufgetreten. D.h. ein hoher Anteil der Geruchsfälle war in der Auswirkung zwar unangenehm, aber harmlos. Diese lassen sich dem „Wohlfühlbereich“ zuordnen.

Auch die unter 2.1 in Verbindung mit der Meldesystematik dargestellte „Meldepyramide“ lässt erkennen, dass die Anzahl der wahrgenommenen Geruchsereignisse im Vergleich zu den Zahlen der BFU noch sehr viel höher sein kann. Ebenso können die Fallzahlen in den Luftfahrtunternehmen oder beim Luftfahrt-Bundesamt höher sein. Für die BFU ist nachvollziehbar, dass es eine hohe Anzahl von Meldungen gibt, die lediglich im Sinne von mangelndem Komfort für die Fluggäste kommuniziert werden.

Diese Tatsache begründet aus der Sicht der BFU ein standardisiertes Meldesystem mit Angabe von Kriterien für eine erste Bewertung der Meldungen. Geruchsereignisse, die zur Komfortverbesserung adressiert werden, sind nur für Luftfahrtunternehmen zur möglichen Verbesserung des angebotenen Produktes von Bedeutung.

2.3.4 Fume Events und mögliche Langzeitwirkungen

In zehn Fällen von allen der BFU bekannten Fume Events berichteten Meldende im Nachhinein über langfristige gesundheitliche Beeinträchtigungen. In einem Fall (Spanien) wurde das Ereignis als Unfall und in einem weiteren Fall als Schwere Störung klassifiziert. Ein Ereignis wurde als Störung mit Untersuchung durch die BFU bewertet und sieben weitere Ereignisse als Störungen ohne Untersuchung durch die BFU.

Bei allen Ereignissen handelte es sich um Geruchsfälle mit den Geruchsmerkmalen Ölgeruch oder "alte Socken". In acht Fällen wurde der BFU bekannt, dass die Meldenden sich in einer medizinischen Behandlung befinden.

In fünf Fällen lagen der BFU medizinische Befunde vor. Diese beinhalteten Laboranalysen von Blutwerten und Arztberichte mit verschiedenen Befunden. Teilweise waren Befunde ICD-codiert. Andere wurden als Eingangsbefunde beschrieben oder es handelte sich um allgemeine Befundbeschreibungen. Bei Ereignissen mit der BFU

vorliegenden medizinischen Befunden wurden in fast allen Fällen ernsthafte Erkrankungen oder Krankheitsbilder beschrieben.

In den Meldungen an die BFU wird berichtet, dass eine Erkrankung als Folge eines Fume Events entstanden sei. Auch wenn die Meldungen von Betroffenen zu einem späteren Zeitpunkt kamen, war der zeitliche Zusammenhang mit einem bereits bekannten Fume Event meistens gegeben.

Eine Klassifizierung dieser Ereignisse als Unfall nach der VO (EU) Nr. 996/2010 war nicht möglich, da mit der Legaldefinition für die schwere Verletzung später eingetretene oder langfristige Erkrankungen nicht abgedeckt sind. Außerdem müsste ein kausaler Zusammenhang zwischen der Erkrankung und dem beschriebenen Fume Event hergestellt werden können.

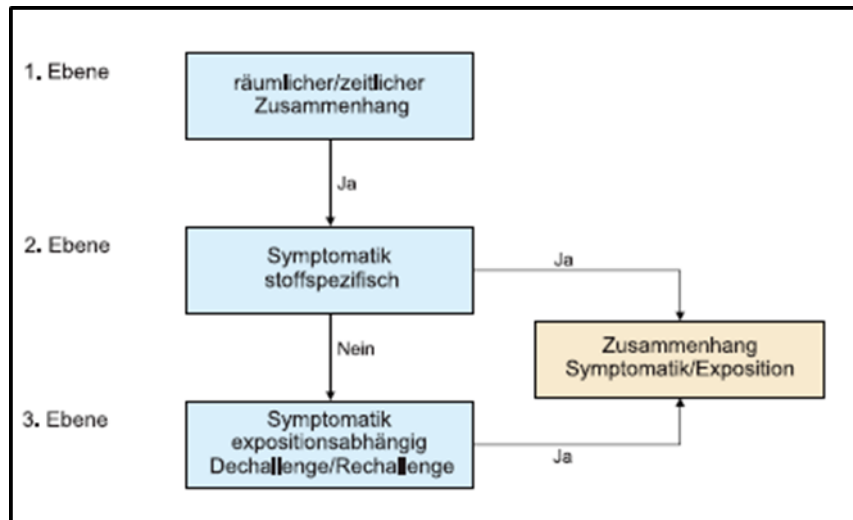
Die Arbeitsweise der BFU, wie auch aller Flugunfall-Untersuchungsbehörden weltweit, ist so ausgerichtet, dass ausgehend von einem konkreten Ereignis, Fakten ermittelt werden, die es dann ermöglichen, die Ursache festzustellen.

Mit den derzeitig vorhandenen Mitteln und Möglichkeiten der Flugunfalluntersuchung ist die Untersuchung lange zurückliegender Ereignisse nicht möglich.

Die Klärung möglicher Langzeitwirkungen in Verbindung mit Fume Events müsste nach Auffassung der BFU nach den Prinzipien der Klinischen Toxikologie erfolgen. Diese Methode findet unter anderem Anwendung bei dem Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) für die Beurteilung von Erkrankungen durch Vergiftungen. Das BfR hat die Methode in Kurzform in den „Ärztlichen Mitteilungen bei Vergiftungen“⁵ beschrieben und veröffentlicht.

Die Bewertung von Vergiftungen erfolgt beim BfR nach einem Drei-Ebenen-Modell. Dabei wird die Bewertung auf drei einzelne logisch miteinander verknüpfte Ebenen reduziert. Das BfR beschreibt die Betrachtungen wie folgt:

⁵ Ärztliche Mitteilungen bei Vergiftungen 2010, Siebzehnter Bericht der Dokumentations- und Bewertungsstelle für Vergiftungen im Bundesinstitut für Risikobewertungen für das Jahr 2010



Das Drei-Ebenen-Modell

Quelle: BfR

Ebene 1:

Besteht eine begründete zeitliche und räumliche Assoziation zwischen der Exposition und dem Auftreten von gesundheitlichen Beeinträchtigungen?

Ebene 2:

Ist die Symptomatik aufgrund anderer Fallberichte bekannt oder aufgrund der Wirkungsmechanismen erklärbar?

Ebene 3:

Ist die Symptomatik expositionsabhängig, d.h. ist sie zeitlich assoziiert mit der Abschwächung bei Expositionsende bzw. der Verstärkung bei neuauftretender Exposition (Dechallenge / Rechallenge).

Weitergehende Hilfen zur Einschätzung von Exposition und Gesundheitsstörungen geben zwei BfR-Matrixmodelle für den Expositionsgrad und zur Abschätzung des Zusammenhangs zwischen Gesundheitsstörung oder Symptomen und Exposition.

Expositionsgrad		Einschätzung		Messungen			
		Stoffkontakt		außerhalb des Körpers		innerhalb des Körpers	
		Quelle(n)	Expositions- möglichkeit	Einzelwert	repräsen- tative Messungen	Einzelwert	Erhöhung gegenüber Grenzwerten
nein	keiner	+	-	-	-	-	-
ja	möglich, bzw. nicht mit Sicherheit auszuschließen	+	+	+	-	-	-
	wahrscheinlich	+	+	+	+	+	-
	sicher	+	+	+	+	+	+
?	nicht beurteilbar	z. B. schlechte Datenlage, Stand des Wissens					

Matrix zur Abschätzung des Ausmaßes einer Stoffaufnahme

Quelle: BfR

Zusammenhang Exposition/Symptomatik		plausible Aufnahme eines Stoffes	teilspezifische Symptomatik	spezifische Symptomatik	spezifische Laboranalyse	andere Diagnosen
nein	keiner	-	-	-	-	+
ja	möglich, bzw. nicht mit Sicherheit auszuschließen	+	+	-	-	+
	wahrscheinlich	+	+	+	-	-
	sicher	+	+	+	+	-
?	nicht beurteilbar	z. B. schlechte Datenlage, Stand des Wissens				

Matrix zur Abschätzung des Zusammenhangs zwischen Gesundheitsstörung/Symptomen und Exposition

Quelle: BfR

Ein wichtiges Element zur Informationsbeschaffung ist die toxikologische Anamnese. Das BfR unterteilt die Anamnese in sieben Abschnitte:

1. *Abklärung der aktuellen Beschwerden, wobei die zeitbezogene Entwicklung eine besondere Rolle spielt*
2. *frühere Erkrankungen und frühere Untersuchungen*

3. *differentialdiagnostische Überlegungen*
4. *Fremdanamnese*
5. *Familienvorgeschichte*
6. *Erfragung der sozialen Anamnese*
7. *Reiseanamnese*

Für eine spezielle toxikologische Anamnese müssen nach Darstellung des BfR weitere Fakten mit Bedeutung geklärt werden. Das sind:

1. *die Aufnahmepfade (oral, dermal, inhalativ usw.)*
2. *die Expositionsmenge und –dauer (akut/chronisch)*
3. *die Noxe(n), die zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen geführt hat/haben und*
4. *der räumliche und zeitliche Zusammenhang zu der/den Noxe(n), unter dem die Symptome aufgetreten sind.*

Laut Beschreibung des BfR kann erst nach der Klärung der speziellen toxikologischen Daten eine sorgfältige und plausible toxikologische Bewertung der gesundheitlichen Beeinträchtigungen vorgenommen werden.

Ob in den jeweiligen Fällen tatsächlich ein kausaler Zusammenhang besteht, kann die BFU weder ausschließen noch bestätigen. Aus Sicht der BFU besteht hier Klärungsbedarf. Die Gesundheit von Flugpersonal, Kabinenpersonal und Fluggästen darf nicht in der Form gefährdet werden, dass an Bord von Flugzeugen durch fehlerhafte Systemfunktionen ernsthafte Erkrankungen ausgelöst werden.

Inwieweit Krankheiten durch Fume Events ausgelöst wurden, ist für die BFU nicht erkennbar. Auch der Nachweis, ob erst nach längerer Zeit aufgetretene Krankheiten mit einem Fume Event in Verbindung zu bringen sind bzw. durch eine latente Belastung mit verunreinigter Kabinenluft zu erklären sein könnten, ist für die BFU nicht nachweisbar. Die Erfahrung der BFU mit Fume Events zeigt, dass die BFU mit ihren Möglichkeiten und Mitteln diese Frage auch zukünftig nicht beantworten kann.

Die Recherchen der BFU haben ergeben, dass unter dem Begriff „aerotoxisches Syndrom“ mögliche Gesundheitsschädigungen diskutiert werden, die durch Verunreinigung der Atemluft in der Kabine und im Cockpit von Flugzeugen ausgelöst wer-

den können. Der Begriff ist derzeit medizinisch und wissenschaftlich nicht definiert. In der aktuellen wissenschaftlichen Diskussion wird von einer Kontamination der dem Cockpit oder der Passagierkabine zugeführten Frischluft mit teilweise pyrolysiertem Öl ausgegangen. Dabei treten aufgrund bestehender Leckagen im System unter Umständen Dämpfe auf, die aus einer komplexen Mischung aus

- Tricresylphosphat und seinen Isomeren (TCP),
- N-phenyl-L-Naphthylamin (PAN) und
- Kohlenmonoxid (CO)

bestehen.

Als eines der möglichen toxischen Agenzien, das zu peripheren Neuropathien des Nervensystems führen kann, steht u.a. das Orthoisomer des TCP im Vordergrund der Diskussion. Die typische Symptomatik der Folgeerscheinungen solcher Dämpfe sind akute Atemstörungen und zentrale neurologische Anzeichen.

Durch die in der Studie betrachteten Fume Events hat die BFU keinen Nachweis für eine beachtenswerte Verunreinigung der Kabinenluft durch das Orthoisomer TCP oder durch einen anderen giftigen Stoff. Selbst wenn, wie aus einigen Veröffentlichungen bekannt, geringste und messtechnisch kaum nachweisbare Konzentrationen auftreten sollten, sieht die BFU ein Problem durch nicht vorhandene oder nicht ausreichend standardisierte Grenzwerte.

Ein technisches System, das die Zusammensetzung bzw. eine mögliche Verunreinigung der Kabinenluft im Flugzeug in Echtzeit routinemäßig aufzeichnet, ist nicht vorhanden und ist in Flugzeugen auch nicht vorgeschrieben.

2.3.5 Technische Ursachen

Bei der Analyse der technischen Ursachen ist zu beachten, dass nicht in jedem Fall eine Ursache gefunden oder übermittelt wurde. Die Auswertung der Zahlen über die gemeldeten Ursachen der Gerüche zeigen, dass Gerüche an Bord eines Verkehrsflugzeuges sehr unterschiedliche Ursachen haben können. Allerdings zeigen sich Schwerpunkte im Bereich der Triebwerke/APU, der elektrischen Ausrüstung (allgemein oder in der Kabine) und der Bordküche (Öfen, Kaffeemaschinen). Ebenso spielt das ECS naturgemäß eine entscheidende Rolle bei einer Geruchsentwicklung. Auch

wurden im Zusammenhang mit dem Eindringen von Enteisungsflüssigkeit Gerüche gemeldet.

Damit wird die Annahme bestätigt, dass Verunreinigungen sowohl extern in die Kabine eingebracht werden können oder intern durch die Flugzeugsysteme, die Ausrüstung oder die Fracht/Gepäck im Flugzeug selbst entstehen können. In vielen Fällen konnte durch Deaktivierung des Systems oder Subsystems die Ursache für die Geruchsbildung eliminiert werden.

Bei einigen der gemeldeten Ursachen sind die Gründe für die Gerüche nicht auf die Besonderheiten des Betriebes eines Flugzeuges zurückzuführen, sondern betreffen Probleme wie sie auch im Alltag auftreten können, z.B. angebrannte Essensreste, Verwendung von Kleber.

Bei anderen der gemeldeten Ursachen kann aufgrund der Vielzahl der möglichen chemischen Verbindungen und deren Umwandlungsprodukte keine Einschätzung über gesundheitliche Risiken vorgenommen werden. Inwieweit die gemeldeten Ölüberfüllungen aufgrund der geringen Mengen neben den Geruchsbelästigungen auch gesundheitliche Schäden hervorrufen könnten, lässt sich durch die BFU nicht beurteilen.

Bei der Bewertung der relativ hohen Zahl der durch die BFU oder durch die Luftfahrtunternehmen nicht festgestellten Ursachen ist zu beachten, dass ein technischer Fehler in einem Flugzeugsystem mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit identifiziert und dokumentiert worden wäre. Wahrscheinlich lag in der Mehrzahl dieser Fälle kein reproduzierbarer technischer Fehler vor.

2.4 Bauvorschriften und Nachweisführung

2.4.1 Gegenüberstellung der Forderungen der Bauvorschrift

Bei der Bereitstellung der Kabinenluft wirken die Triebwerke bzw. die APU und die Systeme des Flugzeuges unmittelbar zusammen.

Ein Vergleich der Forderungen für das Flugzeug (CS-25.831, CS-25.1309), für Triebwerke (CS-E 510, CS-E 690) und für die APU (CS-APU 210) zeigte Unterschiede.

Aircraft:

CS 25.831 Ventilation

(b) Crew and passenger compartment air must be free from harmful or hazardous concentrations of gases or vapours.

...

Engine:

AMC E 510 Safety analysis

(d) Hazardous Engine Effects

(iv) Toxic products.

CS-E 510 (g)(2)(ii) concerns generation and delivery of toxic products caused by abnormal Engine operation sufficient to incapacitate the crew or passengers during the flight.

CS-E 690

(1) Tests to determine the purity of the air supply must be made.

(2) An analysis of defects which could affect the purity of the bleed air must be prepared and where necessary the defects must be simulated and tests, as agreed by the Agency, must be made to establish the degree of contamination which is likely to occur.

APU:

CS-APU 210 Safety Analysis, (g), (2)

(ii) Concentration of toxic products in the APU bleed air for the cabin sufficient to incapacitate crew or passengers;

Für die BFU stellt sich die Frage, ob eine Angleichung der Forderungen für die Nachweisführung für Flugzeuge, Triebwerke und APU die Qualität der Kabinenluft optimieren würde.

Für die Zulassung des Flugzeuges (CS-25) wird vorgeschrieben, dass die Kabinenluft frei von Gasen oder Dämpfen in einer schädlichen oder gefährlichen Konzentration ist. Damit wird ausgesagt, dass diese Stoffe in der Kabine durchaus vorhanden sein können, aber eine bestimmte Konzentration nicht überschritten werden darf. Dies entspricht einer üblichen Vorgehensweise und stellt einen Bezug zu Grenzwerten her (MAK, NIOSH u.a.). Die Forderung „harmful concentration“ stellt einen Bezug zu gesundheitlichen Einschränkungen der Flugzeuginsassen her, ohne dass die

Handlungsfähigkeit unmittelbar betroffen ist. Nach Meinung der EASA gelten die Forderungen des Paragraphen CS-25.831 nur für die Nachweise der Konzentrationen von CO und CO₂, aber nicht für andere Stoffe. Eine Nachweisführung zur Musterzulassung von Verkehrsflugzeugen nach dieser Interpretation des Paragraphen CS-25.831 kann also nicht die Sauberkeit der Kabinenluft in Bezug auf andere vorhandene Stoffe sicherstellen. Eine Anwendung dieser Forderung auf alle anderen möglichen toxischen Stoffe würde einen umfassenden Nachweis für eine Kabinenluft ohne gesundheitsschädliche Verschmutzung darstellen.

Die Betrachtung der Sauberkeit von Kabinenluft im Rahmen der Nachweisführung zum Paragraphen CS-25.1309 ermöglicht eine umfassende Analyse der Kabinenluftsysteme im Fehlerfall. Dieser Paragraph betrachtet nicht nur die „normal operation“, sondern den Ausfall von Bauteilen oder Systemen.

Für die Betrachtung im Rahmen der Nachweisführung zum Paragraphen CS-25.1309 wird durch die EASA die Beeinträchtigung en der Handlungsfähigkeit (ohne Incapacitation) als „Major“ klassifiziert. Nach Einschätzung der BFU ist diese Einstufung im Sinne der beschriebenen Beeinträchtigungen der Flugzeuginsassen (Flight Crew bzw. Cabin Crew und Passagiere) gerechtfertigt (siehe Zeile 2 und 3 der Tabelle im Abschnitt 1.5.2). Damit verbunden ist aber ebenfalls, dass diese Ereignisse mit einer bestimmten Häufigkeit akzeptiert werden („Major“ entspricht der Wahrscheinlichkeit von $< 10^{-5}$ pro Flugstunde). Die gesellschaftliche Akzeptanz dieses Wertes kann in dieser Studie nicht bewertet werden.

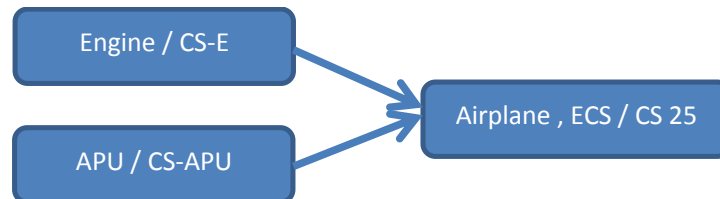
Auch bei einer Nachweisführung nach CS-25.1309 wäre eine komplette Betrachtung aller Systeme, der darin verwendeten toxischen Produkte und der möglichen Konzentrationen dieser Stoffe im Fehlerfall eine Voraussetzung für den vollständigen Nachweis der Sauberkeit der Kabinenluft.

Zielsetzung der Triebwerk- und der APU-Bauvorschrift ist es, dass die Besatzung oder die Passagiere nicht handlungsunfähig werden (Incapacitation). Eine Fehleranalyse, die nur gesundheitliche Beeinträchtigungen (keine Incapacitation) betrachtet, ist nicht gefordert. Diese Forderung schließt also nicht aus, dass die Insassen durch die Luft in ihrer Gesundheit beeinträchtigt werden können.

In der Triebwerksvorschrift wird außerdem gefordert, dass die Luft „sauber“ sein muss. Diese allgemeine Formulierung beschreibt nicht, welche Zielsetzung letztlich für die Kabinenluft erreicht werden soll. Der Begriff „Sauberkeit“ lässt offen, ob mit

der Forderung Gerüche, schädliche Konzentrationen von Stoffen oder eine Gefährdung der Handlungsfähigkeit der Besatzung ausgeschlossen werden sollen.

Die APU, die Triebwerke und die Systeme des Flugzeuges stellen gleichermaßen die Kabinenluftversorgung sicher. Deshalb sollten die Forderungen der einzelnen Bauvorschriften in Bezug auf ihre Anforderungen vergleichbar sein.



Zusammenwirken der Vorschriften für Triebwerke, APU und Flugzeug

In der CS-E und der CS-APU wird eine Safety Analysis aufgeführt, die vergleichbar mit den Forderungen der CS-25.1309 ist. Wie bereits im oberen Abschnitt beschrieben, gibt es im Detail aber unterschiedliche Zielsetzungen:

CS-APU (und AMC):

“Hazardous APU Effects” - “incapacitate the crew or passengers”

CS-E (und AMC):

“Hazardous Engine Effects “ - “incapacitate the crew or passengers” und

“Major Engine Effects” - “degrade crew performance”

CS-25 (und AMC):

nach Informationen der EASA erfolgt eine Einstufung als „Major“, „Hazardous“, „Catastrophic“.

Der Begriff „Hazardous“ ist in allen drei Bauvorschriften vergleichbar und stellt den direkten Bezug zu dem Begriff der „Incapacitation“ her.

In der CS-APU werden „Major Effects“ gar nicht und in der CS-E nur in ihrer Auswirkung auf die Crew genannt. Damit wird offensichtlich, dass Fälle, in denen gesundheitliche Beeinträchtigungen (ohne Incapacitation) gemeldet wurden und die in Zusammenhang mit der Qualität der Kabinenluft gebracht wurden nicht durch die Nachweisführung abgedeckt sind. Dies würden nach der Matrix des Paragraphen CS-25.1309 in der Regel als Minor oder Major Failure Condition eingestuft werden. Die

CS-E 690 lässt mit dem allgemeinen Begriff „Sauberkeit“ eine genaue Zielsetzung nicht erkennen.

Für die BFU ist es nicht nachvollziehbar, dass in der CS-25 auch schädigende Konzentrationen angesprochen werden (CS-25.831; „harmful concentration“), aber in der CS-E und der CS-APU im Wesentlichen nur die Handlungsunfähigkeit von Personen ausgeschlossen werden soll. Die BFU meint, dass der Begriff „harmful concentration“ nur so interpretiert werden sollte, dass gesundheitliche Schädigungen (auch langfristige) durch verunreinigte Kabinenluft ausgeschlossen werden können.

Nach Mitteilung der EASA werden dauerhafte gesundheitliche Schädigungen nicht in der CS-25 adressiert und nicht bei der Musterzulassung betrachtet. Diese Betrachtungen sollten durch Gesundheitsorganisationen erfolgen, deren Ergebnisse dann durch die EASA Berücksichtigung finden würden. Nach Meinung der BFU sollte ein Produkt, das eine Musterzulassung durch die EASA erhalten hat, so gestaltet sein, dass die Crew oder die Passagiere nicht geschädigt oder dauerhaft krank werden.

2.4.2 Überwachung der Musterzulassung (Anwendung von Grenzwerten) / Nachweismethoden

Eine Feststellung der BFU im Rahmen dieser Studie war, dass bei der Nachweisführung CS-25, CS-E und CS-APU nur eine begrenzte Anzahl von Stoffen betrachtet wird.

Bei Paragraphen CS-25.831 beschränkt sich die Überprüfung der EASA auf die Verschmutzung von Kabinenluft mit CO und CO₂. Für die BFU wurde nicht klar, wie die Nachweisführung zum Paragraphen CS-25.1309 für die Kabinenluftverschmutzungen erfolgt. Nach Mitteilung der EASA werden Hydraulikflüssigkeiten als Verschmutzungsquelle nicht betrachtet. Das Bleed System und das ECS sind bei vielen Flugzeugkonstruktionen mit anderen Systemen verbunden, die im Fehlerfall Stoffe in das ECS einleiten können, z.B. Hydrauliköl. Nach Auffassung der BFU sollte bei der Zulassung des Flugzeuges betrachtet werden, welche Stoffe innerhalb des Zusammenwirkens der verschiedenen Flugzeugsysteme (auch im Fehlerfall) in die Kabinenluft gelangen können. Die auftretenden Konzentrationen dieser Stoffe dürften Grenzwerte auch für eine gesundheitliche Schädigung nicht überschreiten.

Für die BFU ist nicht nachvollziehbar, wie die umfangreichen Forderungen der Paragraphen CS-25.831 und CS-25.1309 in Bezug auf schädigende Verschmutzungen

nachgewiesen werden konnten, ohne dass durch die Zulassungsbehörde eine Betrachtung aller verwendeten Stoffe durchgeführt wurde.

Die Zulassung von Triebwerken und APUs stützt sich in der Nachweisführung auf die Beschreibung in der SAE ARP 4418. In der SAE ARP 4418 werden neun Stoffe mit den entsprechenden Grenzwerten aufgeführt. Diese Stoffe werden als Marker betrachtet. Andere vom Triebwerk eingebrachte Verunreinigungen werden nicht aufgeführt. Es wird angenommen, dass die Konzentration dieser nicht aufgeführten Stoffe unter akzeptablen Grenzwerten liegt, wenn die Grenzwerte der o.g. Marker eingehalten werden. Für die BFU stellt sich die Frage, ob das aufgeführte Verfahren der Ermittlung der vorhandenen Konzentrationen von neun Markerstoffen ausreichend ist. In diversen Publikationen (CAA Safety Regulation Group Cabin Air Quality 2004/04, SAE AIR4766, NASA Spacecraft Maximum Allowable Concentrations for Airborne Contaminants) werden deutlich mehr, sich unterscheidende Stoffe in der Kabinenluft beschrieben. Ebenso sind in der DIN EN 4618 insgesamt 19 Markerverbindungen aufgeführt. In der SAE AIR 4766 sind 21 Verbindungen mit Grenzwerten gelistet, die in der Kabinenluft auftreten können.

Anhand der Beschreibung der EASA stellt sich für die BFU der Nachweisumfang als nicht ausreichend dar, da nicht alle verwendeten Stoffe betrachtet werden. Es sollte für jede Flugzeugkonstruktion eine Betrachtung aller verwendeten Stoffe (Öle, Hydraulikflüssigkeiten, Enteisungsflüssigkeit u.v.a.), deren Inhalte, deren Zerfallsprodukte sowie deren Grenzwerte erfolgen. Diese sollte mögliche Fehlerfälle einschließen. Die Grenzwerte sollten eine schädigende gesundheitliche Beeinträchtigung und -wo erforderlich-, die Beeinträchtigung der Handlungsfähigkeit der Besatzung berücksichtigen.

2.5 Technische Auslegung der Kabinenluftaufbereitung und -verteilung

Es besteht eine unabdingbare Notwendigkeit, den Kabinendruck, die Temperatur und den Luftaustausch für die durch das Flugprofil eines Verkehrsflugzeuges vorgegebenen Flughöhen durch ein technisches System herzustellen. Das heißt, es handelt sich immer um technisch aufbereitete Luft. Grundsätzlich muss die Qualität der aufbereiteten Luft so beschaffen sein, dass sie für den Menschen nicht gesundheitsschädlich ist.

Auch wenn diese Forderung durch die Vorgaben der Bauvorschriften grundsätzlich erfüllt wird, bleibt zu berücksichtigen, dass es sich um technisch aufbereitete Luft handelt und dass durch Fehlfunktionen im technischen System auch Einschränkungen in der Qualität der Kabinenluft entstehen können.

Die Auswirkung eines defekten Ventils hat eine der beschriebenen Schwere Störungen gezeigt. So konnte unter bestimmten Betriebsbedingungen Hydraulikflüssigkeit aus den angeschlossenen Systemen in das Zapfluftsystem und somit auch in das EC-System gelangen. Das Eindringen von Hydraulikflüssigkeit in das EC-System kommt in der Praxis vereinzelt vor.

Die Zapfluft, welche von den Triebwerken bereitgestellt wird, kann durch Leckagen innerhalb des Triebwerks durch Triebwerksöl verunreinigt sein. Durch die je nach Betriebsphase mehrere hundert Grad Celsius hohe Temperatur im Triebwerkskompressor kann es zur Pyrolyse der Ölbestandteile kommen. Das Öl und die Pyrolyseprodukte können dann in das EC-System gelangen.

Durch die Ansaugöffnungen der Triebwerke und des APU-Kompressors können beliebige Stoffe aus der Umgebung in die Zapfluft und somit auch in das EC-System eindringen. Am Boden sind es häufig Abgase und Enteisungsflüssigkeiten.

Die Erkenntnisse aus den Meldungen und den untersuchten Fume Events allein begründen nach Auffassung der BFU keine grundsätzliche konstruktive Änderung des Zapfluftsystems und des EC-Systems. Die Studie hat keine wesentlichen Flugsicherheitsprobleme, die beinahe zu einem Unfall geführt hätten, ergeben. Auch gab es keine schwer verletzten Flugzeuginsassen, die eine Klassifizierung als Unfall im Sinne der luftrechtlichen Regularien begründet hätten.

Gleichwohl sind Ereignisse bekannt geworden, bei denen Flugbesatzungen aufgrund von Geruchs- und Rauchentwicklung Sauerstoffmasken aufgesetzt haben, um eine saubere Atemluft sicherzustellen. Dabei gab es sowohl Fälle, bei denen aus der Sicht im Nachhinein Sauerstoffmasken vorsorglich aufgesetzt wurden, als auch Ereignisse, bei denen das Aufsetzen der Sauerstoffmasken notwendig war.

Die Beschreibungen in den Meldungen von Kopfschmerzen, Unwohlsein, Augenbrennen, Schwindel usw. in Verbindung mit Geruchsentwicklungen und Öldämpfen sind Hinweise auf Fehlfunktionen im Zapfluft- und EC-System. Auch wenn der kausale Zusammenhang nicht direkt nachweisbar war, sieht die BFU hier einen Verbesserungsbedarf im arbeitsmedizinischen Sinne.

Nach Auffassung der BFU besteht für die Zulassungsbehörden EASA und FAA die Option, die durch die Flugzeug- und Triebwerkshersteller zu erfüllenden Nachweisführungen für eine saubere Kabinenluft zu optimieren.

Darüber hinaus wäre es aus der Sicht der BFU denkbar, mögliche Verunreinigungen zu analysieren und gegebenenfalls Filtersysteme zu entwickeln, um die Qualität der Kabinenluft auch im Fehlerfall eines Systems oder einer Systemkomponente aufrechtzuerhalten.

Wie unter 2.3.4 erläutert, war die BFU nicht in der Lage, einen möglichen kausalen Zusammenhang zwischen einer langfristigen gesundheitlichen Beeinträchtigung und einem Fume Event zu bewerten. Sollte eine andere Stelle hier einen Zusammenhang erkennen, wäre ein Filtersystem auch hier ein zu prüfender Lösungsansatz zum Schutz der Besatzungsmitglieder und Flugpassagiere.

Eine umgehende Abkehr von dem Konzept der Zapfluftversorgung für alle Flugzeuge hält die BFU nicht für realistisch und vertretbar. Eine Umrüstung im Einsatz befindlicher Flugzeuge ist weder technisch noch wirtschaftlich vorstellbar.

Langfristig ist ein anderes Versorgungskonzept für die Kabinenluft aus der Sicht der jedoch BFU denkbar.

2.6 Bewertung der Aussagen und medizinischer Nachweise

Aussagen und Informationen für die Entscheidungsfindung

Dadurch dass die von der BFU einzuholenden Informationen zur Entscheidungsfindung nach der Meldung eines Fume Events häufig mit zeitlicher Verzögerung kommen und inhaltlich subjektiv sind, ist die zeit- und sachgerechte Einleitung der Untersuchungsmaßnahmen häufig nicht gewährleistet. Die Frage nach gesundheitlichen Beeinträchtigungen kann durch das meldende Luftfahrtunternehmen in vielen Fällen nicht konkret beantwortet werden, sodass Nachfragen bei den Betroffenen erforderlich werden. Auch ist eine zeitgerechte Erreichbarkeit der Personen vielfach nicht gegeben. Erfahrungsgemäß sind die betroffenen Besatzungsmitglieder bereits zu Hause, noch beim Arzt, im Krankenhaus oder bereits wieder im Flugeinsatz. Selbst die für die Einstufung eines Fume Events wichtige Frage hinsichtlich des Aufsetzens der Sauerstoffmasken ist in vielen Fällen nur durch den direkten Kontakt mit der Flugbesatzung zu klären.

Auch wenn ein Cockpit Voice Recorder sichergestellt werden kann, gibt dieser in der Regel lediglich Informationen über den Verlauf des Fluges und über die Zusammenarbeit im Cockpit sowie mit der Kabinenbesatzung. Durch das in der Regel sehr kurzzeitige Auftreten der Fume Events werden die Flüge in vielen Fällen fortgesetzt, wodurch die Aufzeichnungsdauer des CVR überschritten wird. Flugdatenschreiber sind in der Regel wenig hilfreich, da für Fume Events nachweisende Parameter selten vorhanden sind oder aufgezeichnet werden.

Da es sich in den meisten Fällen um eine kurzzeitige Störung während des Fluges handelt, kommt das Flugzeug nach einer Befundaufnahme durch das technische Personal und gegebenenfalls durch freigabeberechtigtes Personal kurzfristig wieder in den Flugbetrieb. Aus Gründen der Verhältnismäßigkeit ist es selten gerechtfertigt, ein Flugzeug für Untersuchungszwecke durch die Untersuchungsbehörde sicherzustellen, sofern dieses aufgrund der zeitlichen Verzögerung der Meldung überhaupt möglich ist. Dennoch ist der frühzeitige Kontakt mit den verantwortlichen Technikern für eine Entscheidungsfindung und erste Klassifizierung notwendig.

Die Einführung der Fragenlisten Kabinenluft (Anlagen 5.2 und 5.3) für eine Erst- und Nachbefragung von Betroffenen Besatzungsmitgliedern hat sich bewährt. Sie dienen zur Standardisierung der Informationsinhalte und des Informationsflusses.

Erhebung von Fakten bei der Untersuchung

Neben einer ersten Anhörung durch einen Unfalluntersucher sind medizinische Befunde von höchster Bedeutung. Obwohl die BFU nach der VO (EU) Nr. 996/2010 das Recht auf den Erhalt medizinischer Daten hat und auch für den entsprechenden Schutz der Daten sorgen kann, sind viele Betroffene hinsichtlich der Übermittlung von Daten und Arztberichten an Behörden skeptisch und zurückhaltend. In der Regel ist vor der Übermittlung von Daten und Arztberichten ein direkter Kontakt und Informationsaustausch zur Vertrauensbildung zwischen dem Untersuchungsführer und den Betroffenen notwendig.

Nicht selten geben Betroffene eine Einverständniserklärung für die Nutzung medizinischer Daten und versprechen Arztberichte und Laborbefunde der BFU zur Verfügung zu stellen, ohne diese tatsächlich zu schicken.

Bei den Inhalten der Labor- und Arztberichte macht sich eine fehlende Standardisierung der Vorgaben bemerkbar. Vielfach sind Ärzte nicht darüber informiert, welche Parameter zur Klärung eines Fume Events notwendig sind. Es wird in vielen Fällen

das sogenannte „kleine“ oder „große“ Blutbild erstellt. Durch für Ärzte unpräzise Angaben der Betroffenen, wie z.B. ich hatte ein Fume Event oder ich habe TCP eingeatmet, kommt es zu medizinischen Untersuchungen und Blutanalysen, die für die Aufklärung in vielen Fällen nicht ausreichen. Auch hier mangelt es an einer Standardisierung. Die BFU und andere Sicherheitsuntersuchungsbehörden können hier keine Vorgaben machen.

Die BFU gibt aktuell auch keinen Hinweis mehr auf die sogenannte „Nebraska Blutuntersuchung“. Eine fehlende Standardisierung macht diesen Bluttest letztendlich wertlos.

Nach Erfahrung der BFU sind ärztliche Befundberichte in vielen Fällen für die Nutzung in Untersuchungsverfahren wenig aussagefähig. In vielen Fällen wird zwischen einer gesicherten Diagnose, einer Verdachtsdiagnose oder Ausschlussdiagnose nicht unterschieden. Auch ein symptomloser Zustand wird selten dokumentiert. Wenn ein Betroffener bei Vorstellung bei einem Arzt über eine Rauchgasintoxikation oder TCP berichtet, wird dieses nicht selten als Diagnose ohne eine nähere Spezifikation dokumentiert.

Wenn betroffene Flugbesatzungen, Kabinenbesatzungen und Luftfahrtunternehmen zu der Aufklärung von Fume Events beitragen möchten, sieht die BFU hier ebenfalls die Notwendigkeit der Standardisierung.

2.7 Möglichkeiten und Grenzen der Bearbeitung durch die BFU

Bei der Aufklärung und Nachweisführung von Fume Events hat die BFU als zuständige Untersuchungsbehörde für Flugunfälle und Schwere Störungen nur begrenzte Möglichkeiten. Wie in dieser Studie begründet, kann die BFU aufgrund ihrer rechtlichen Vorgaben und Aufgabenstellung Ereignisse, die nicht als Unfall oder Schwere Störung klassifiziert werden, nur in Ausnahmefällen untersuchen.

Die Arbeitsweise der BFU, wie auch aller anderen Sicherheitsuntersuchungsbehörden, ist so ausgerichtet, dass ausgehend von einem konkreten Ereignis, Fakten ermittelt werden, die es dann ermöglichen, die Ursache festzustellen. Das heißt, es muss der kausale Zusammenhang zwischen dem Fume Event und der gesundheitlichen Beeinträchtigung hergestellt werden.

Auch wenn die BFU diese Erkrankungen nicht infrage stellt, kann die Kausalität mit den vorhandenen Methoden und Mitteln der Flugunfalluntersuchung nicht hergestellt werden.

Für den Nachweis der Kausalität wäre es notwendig, die Kabinenluft zum Zeitpunkt des Fume Events zu sichern, um diese auf ihre Bestandteile oder Verunreinigungen untersuchen zu können. Ergänzend gehörten zu dem Untersuchungsumfang entsprechende nachweisbare medizinische Diagnosen. Untersuchungen am Flugzeug bzw. an den Triebwerken runden die Untersuchung ab.

Bisher ist es der BFU in keiner Untersuchung gelungen, bei einem Fume Event die Kausalität in der oben genannten Form herzustellen.

2.8 Operationelle Aspekte und Sicherheitsmechanismen

Die BFU geht davon aus, dass Fume Events auftreten und es damit auch zu nicht erwünschten Verunreinigungen der Kabinenluft kommen kann. Verunreinigungen der Kabinenluft sollten zum Schutz aller Flugzeuginsassen zwar vermieden werden, können aber aufgrund der notwendigen Luftaufbereitung durch ein technisches System nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Von besonderer Bedeutung ist der Schutz der Flugbesatzung. Sie darf in ihrer physischen und psychischen Leistungsfähigkeit nicht eingeschränkt werden.

Sollte es dennoch zu einer Störung in der Aufbereitung und Verteilung der Kabinenluft kommen, sind die Sauerstoffmasken für die Flugbesatzungen eine unabdingbare Sicherheitseinrichtung.

Bei einer Geruchsentwicklung im Cockpit und eintretenden gesundheitlichen Beeinträchtigungen sollten Flugbesatzungen sich ohne Zeitverzug zum Aufsetzen der Sauerstoffmasken entscheiden. Die Flugzeughersteller oder Luftfahrtunternehmen haben die Nutzung und Handhabung der Sauerstoffmasken bei Rauch- oder Geruchsentwicklung verfahrensmäßig geregelt. Derartige Situationen sollten regelmäßig trainiert werden.

Bei einem Fume Event durch die Sauerstoffmaske eine saubere, geruchslose Umgebung mit „sicherer“ Atemluft zu bekommen, ist ein wichtiger Sicherheitsfaktor. Auch die psychologische Wirkung, durch die Maske eine isolierte und „saubere“ Um-

gebung für die Atmung zu haben, kann zu einer Verbesserung der Situation beitragen.

Die Auswertung der Meldungen und die Betrachtung einiger Einzelfälle zeigen, dass durch die unverzügliche Benutzung der Sauerstoffmasken Flugbesatzungen nach einem Fume Event flugsicherheitsrelevante Situationen vermeiden können.

3. Schlussfolgerungen

In der Studie wurden gemeldete und untersuchte Fume Events betrachtet. Bei 663 Fume Events im Zeitraum von 2006 bis 2013 traten in 460 Fällen eine Geruchs- und in 188 Fällen eine Rauchentwicklung auf. In 15 Fällen gab es gesundheitliche Beschwerden. Im Ergebnis dieser Studie kommt die BFU zu folgenden Schlussfolgerungen:

- Fume Events sind aufgetreten und haben zu einer Verunreinigung der Kabinenluft geführt.
- Die formalen Voraussetzungen für eine Schwere Störung waren bei einigen Fume Events durch das Aufsetzen der Sauerstoffmasken im Cockpit oder einen teilweisen Ausfall eines Piloten gegeben.
- In wenigen Fällen waren die Sicherheitsreserven so weit reduziert, dass eine im Sinne der Legaldefinition hohe Unfallwahrscheinlichkeit bestand.
- Einschränkungen in der Flugsicherheit wurden durch das Aufsetzen von Sauerstoffmasken durch die Flugbesatzungen begrenzt.
- Verunreinigungen der Kabinenluft durch Fume Events haben zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen von Flugzeuginsassen geführt und Mitglieder der Kabinenbesatzung in ihrer Arbeitsleistung beeinträchtigt.
- Eine Vielzahl gemeldeter Fume Events führte zu Komforteinschränkungen für Flugzeuginsassen ohne zu einer Gefahr zu werden.
- Bei den durch die BFU untersuchten Fume Events war eine Nachweisführung hinsichtlich einer Verunreinigung der Kabinenluft durch toxische Stoffe (z.B. TCP/TOCP) nicht möglich.

- Bei den Nachweisverfahren im Rahmen der Musterzulassung werden durch die EASA unterschiedliche Nachweisführungen für das Flugzeug (CS-25), die Triebwerke (CS-E) und für die APU (CS-APU) verlangt.
- Bei den Nachweisverfahren im Rahmen der Musterzulassungen für das Flugzeug und für die Triebwerke/APU werden nicht alle Stoffe, die zu einer Verschmutzung der Kabinenluft führen können, direkt nachgewiesen.
- Es besteht kein standardisiertes Erfassungs- und Meldesystem für Fume Events.
- Die Meldungen von Fume Events an die BFU lassen eine Verunsicherung bei Flug- und Kabinenbesatzungen erkennen.

4. Sicherheitsempfehlungen

Sicherheitsempfehlung Nr. 05/2014

Der Bundesverband der Deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie e.V. (BDLI) sollte in Kooperation mit den dem Verband angehörenden Herstellern von Flugzeugen und Triebwerken ein Projekt initiieren, mit dem mögliche Verunreinigungen von Kabinenluft in Flugzeugen durch ein unabhängiges Institut wissenschaftlich fundiert untersucht werden und insbesondere im Hinblick auf physiologische Effekte auf Flugzeuginsassen bewertet werden.

Basierend auf diesen Untersuchungsergebnissen sollten gegebenenfalls Maßnahmen zur Verhinderung oder Erkennung (beispielsweise Sensorik) spezifischer Luftkontaminationen entwickelt werden, die relevante Substanzen und deren Konzentration identifizieren, um bei den sogenannten „Fume Events“ gesundheitskritische Ereignisse von harmlosen Geruchsentwicklungen unterscheiden zu können.

Sicherheitsempfehlung Nr. 06/2014

Der Bundesverband der Deutschen Luftverkehrswirtschaft e.V. (BDL) sollte die vom Verband bereits initiierte Standardisierung bei den Prozessabläufen zu sogenannten „Fume Events“ insoweit ergänzen, dass Meldungen nach Artikel 9 der Verordnung VO (EU) Nr. 996/2010 bzw. § 5 der Luftverkehrsverordnung (LuftVO) an die Bundes-

stelle für Flugunfalluntersuchung Informationen und Daten enthalten, die eine sachgerechte Einstufung von Ereignissen ermöglichen. Im Zusammenhang mit den Unterpunkten h) und j) des § 5 LuftVO sollten die Informationen in standardisierter Form zu folgenden Schwerpunkten mitgeteilt werden:

- Beeinträchtigungen der Handlungsfähigkeit der Flugbesatzung
- Aufsetzen von Sauerstoffmasken durch Piloten (Aufsetzen der Masken notwendig oder vorsorglich / Beschreibung der unmittelbaren Gefahr)
- Gesundheitliche Beeinträchtigung von Insassen
- Anzahl der betroffenen Personen
- Zeitdauer, Intensität und Charakter des Geruchs bzw. des Rauchs (Geruchsbeschreibung, Beschreibung des Rauchs, Sichteinschränkung, Farbe, Entstehungsort usw.)

Durch ein so standardisiertes Erfassungssystem sollten Informationen dokumentiert werden (technische Untersuchungen, Informationen zu Fracht und Passagieren) oder deren Aufnahme durch einen entsprechenden Prozess eingeleitet werden (medizinische Untersuchungen), die die unternehmensinterne Auswertung dieser Ereignisse erleichtern und ggf. bei Einleitung einer Untersuchung durch die BFU für diese zur Verfügung stehen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 07/2014

Die Europäische Agentur für Flugsicherheit (EASA) sollte bei der Musterzulassung der Flugzeuge (CS-25), der Triebwerke (CS-E) und der APU (CS-APU) die Nachweisführung der Qualität der Kabinenluft so gestalten, dass gleiche Anforderungen für diese Produkte gelten und dauerhafte gesundheitliche Beeinträchtigungen durch verunreinigte Kabinenluft ausgeschlossen werden.

Bei den Nachweisverfahren im Rahmen der Musterzulassungen für das Flugzeug, die Triebwerke und für die APU sollten alle Stoffe, die zu einer Verschmutzung der Kabinenluft führen können, direkt nachgewiesen werden. Dazu sollten Grenzwerte verwendet werden, die auch eine dauerhafte gesundheitliche Beeinträchtigung der Insassen ausschließen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 08/2014

Die Europäische Agentur für Flugsicherheit (EASA) sollte im Rahmen eines Forschungsprojektes ein unabhängiges Institut, wie zum Beispiel ein Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin oder eine medizinische Hochschule beauftragen, einen möglichen Zusammenhang zwischen aufgetretenen Langzeiterkrankungen und Auswirkungen von verunreinigter Kabinenluft in Verkehrsflugzeugen zu klären und zu bewerten.

5. Anlagen

Anlage 5.1 Prozessdarstellung Entscheidungsfindung Unfall, Schwere Störung

Anlage 5.2 Fragenliste Kabinenluft (Erstbefragung)

Anlage 5.3 Fragenliste Kabinenluft (Nachbefragung)

Untersuchungsführer: Johann Reuß

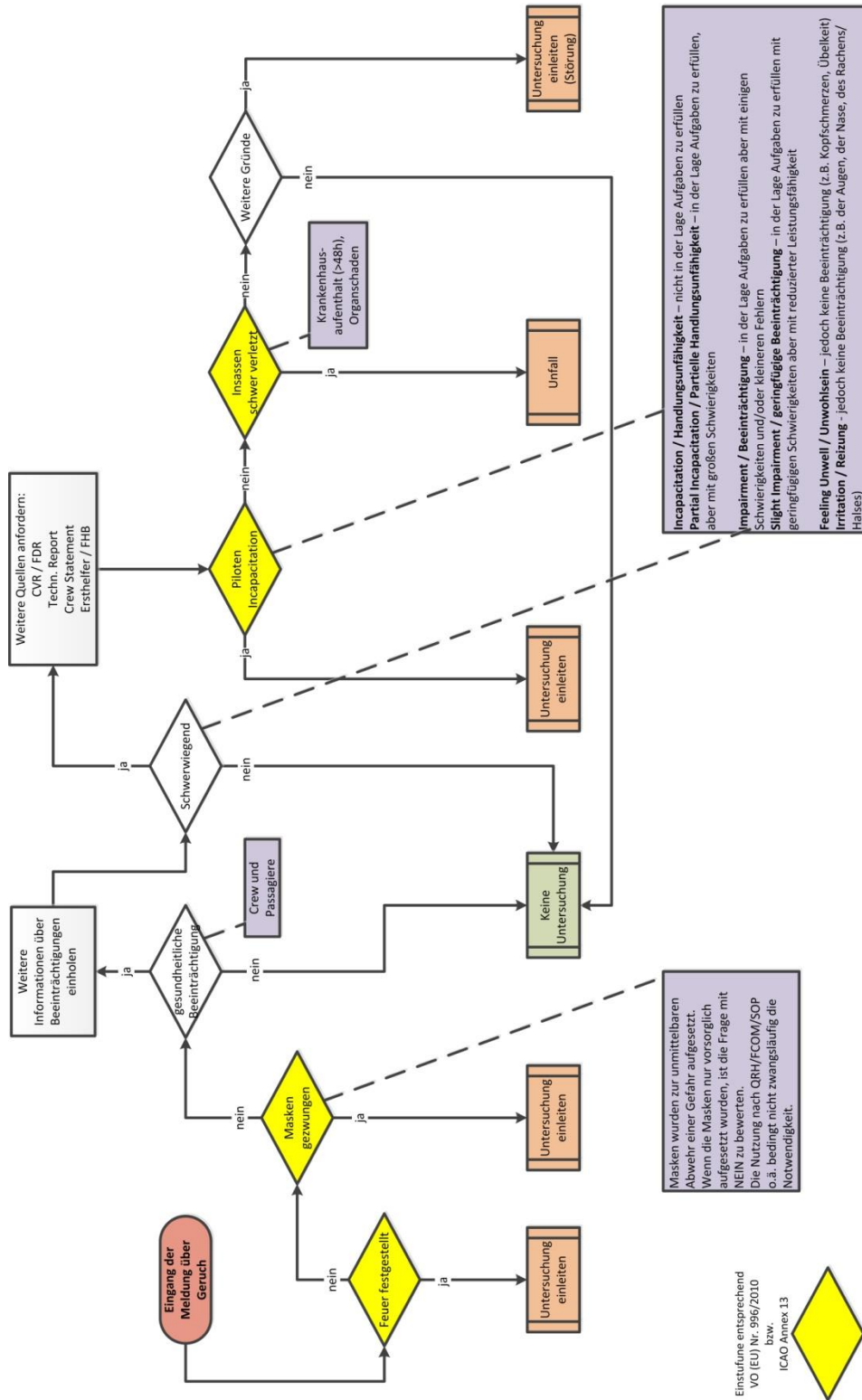
Mitwirkung: Jens Friedemann

Thomas Karge

Thomas Kostrzewa

Braunschweig, 07.05.2014

Anlage 5.1



Anlage 5.2

Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung


German Federal Bureau of Aircraft Accident Investigation



Fragenliste Kabinenluft (Erstbefragung)

BFU Reg.:	
-----------	--

Bitte senden Sie diesen Fragebogen innerhalb von 24 Stunden nach Erhalt zurück an die BFU.
 Fax-Nr.: +49 531 3548-246 E-Mail: ops@bfu-web.de

Datum des Fluges:	Von:	Nach:
Flugnummer:	Kennzeichen:	Flugzeugmuster:
Name:	Funktion an Bord:	
1. Welche Wahrnehmungen wurden gemacht (Rauch und/oder Geruch)? Der Begriff Rauch steht hier auch für Dampf oder Nebel.		
<input type="checkbox"/> Rauch	<input type="checkbox"/> Geruch	<input type="checkbox"/> Beides
Weitere Beschreibung:		
Wurden gleichzeitig weitere Beobachtungen gemacht (Indication, Geräusche, Fehlfunktionen etc.)?		
2. Wer hat diese Wahrnehmungen gemacht?		
<input type="checkbox"/> Captain	<input type="checkbox"/> Co-Pilot	<input type="checkbox"/> Cabin Crew <input type="checkbox"/> Pax
3. In welchem Bereich des Flugzeuges wurden diese Beobachtungen gemacht?		
Flight Deck	Cabin	Cargo Compartment
<input type="checkbox"/> Cockpit	<input type="checkbox"/> Upper Deck	<input type="checkbox"/> FWD
<input type="checkbox"/> Cockpit Crew Rest	<input type="checkbox"/> Main Deck	<input type="checkbox"/> AFT
<input type="checkbox"/> E&E Compartment	<input type="checkbox"/> Lower Deck	<input type="checkbox"/> Bulk
Weitere:		
		
4. Welche Handlungen haben Sie bzw. die Besatzung unmittelbar vor der ersten Wahrnehmung ausgeführt?		
5. In welcher Phase des Fluges trat die Wahrnehmung auf?		
<input type="checkbox"/> Take Off	<input type="checkbox"/> Climb	<input type="checkbox"/> Cruise FL: _____ <input type="checkbox"/> Descent
<input type="checkbox"/> Approach	<input type="checkbox"/> Landing	<input type="checkbox"/> Taxi <input type="checkbox"/> APU Use
Weitere Informationen (Aircraft configuration, Packs, Bleed):		
6. Welche Checkliste wurde angewendet?		

BFU-Fragenliste Kabinenluft (Erstbefragung)

7. Welche Zeitdauer, Intensität und welchen Charakter hatte der Geruch/Rauch?		
Minuten:	<input type="checkbox"/> Ansteigend	<input type="checkbox"/> Abschwelend
Geruchsbeschreibung:		
Zusätzliche Beschreibung des Rauchs:		
Sichteinschränkung:	Farbe:	Lage (Oben / Unten):
Weitere Informationen:		
8. Gab es Beeinträchtigungen? Welche und wie intensiv waren diese?		
1) Reizung (z.B. der Augen, der Nase, des Rachens/Halses) - jedoch keine Beeinträchtigung	<input type="checkbox"/>	
2) Unwohlsein (z.B. Kopfschmerzen, Übelkeit) - jedoch keine Beeinträchtigung	<input type="checkbox"/>	
3) in der Lage Aufgaben zu erfüllen mit geringfügigen Schwierigkeiten, aber mit reduzierter Leistungsfähigkeit	<input type="checkbox"/>	
4) in der Lage Aufgaben zu erfüllen, aber mit einigen Schwierigkeiten und/oder kleineren Fehlern	<input type="checkbox"/>	
5) in der Lage Aufgaben zu erfüllen, aber mit großen Schwierigkeiten	<input type="checkbox"/>	
6) nicht in der Lage Aufgaben zu erfüllen	<input type="checkbox"/>	
Weitere Informationen:		
9. Wie viele Personen waren betroffen?		
Besatzung:	Passagiere:	
10. Haben Sie oder andere Mitglieder der Besatzung Sauerstoffmasken aufgesetzt?		
<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	
11. Warum haben Sie oder andere Mitglieder der Besatzung Sauerstoffmasken aufgesetzt?		
<input type="checkbox"/> Vorsorglich	<input type="checkbox"/> Notwendig, weil: <input type="checkbox"/> Procedure (QRH etc.) und/oder <input type="checkbox"/> unmittelbare Gefahr	
Wenn „unmittelbare Gefahr“ angekreuzt, bitte Beschreibung der unmittelbaren Gefahr:		
12. Werden Sie sich einer medizinischen Untersuchung unterziehen?		
<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	
Wann:	Wo:	
13. Werden Sie die Ergebnisse der medizinischen Untersuchung der BFU mitteilen:		
<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	
14. Beschreibung Cargo (Dangerous Goods List, Inhalt Handgepäck usw.)		
Ort/Datum:	Kontaktdaten (E-Mail, Mobil etc.):	

Anlage 5.3

Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung

German Federal Bureau of Aircraft Accident Investigation



Fragenliste Kabinenluft (Nachbefragung)

BFU Reg.:

Datum des Fluges:	Von:	Nach:
Flugnummer:	Kennzeichen:	Flugzeugmuster:
Name:		Funktion an Bord:
1. Welche medizinischen Untersuchungen wurden nach dem Flug bei Ihnen durchgeführt? Bitte auflühren, wann, wo, in welchem Umfang und mit welcher Zielstellung.		
A:		
<input type="checkbox"/> diagnostische Behandlung <input type="checkbox"/> therapeutische Behandlung		
B:		
<input type="checkbox"/> diagnostische Behandlung <input type="checkbox"/> therapeutische Behandlung		
C:		
<input type="checkbox"/> diagnostische Behandlung <input type="checkbox"/> therapeutische Behandlung		
2. Wurde Ihnen nach Ihren Untersuchungen eine Diagnose mitgeteilt? Wenn JA, welche?		
3. Wurde eine Blut- und/oder Urinprobe genommen?		
<input type="checkbox"/> Blut		<input type="checkbox"/> Urin
4. Kennen Sie die Ergebnisse der Laboranalysen?		
<input type="checkbox"/> JA		<input type="checkbox"/> NEIN
WICHTIG: Bitte fügen Sie Kopien der Laborergebnisse diesem Fragebogen bei.		

BFU-Fragenliste Kabinenluft (Nachbefragung)

5. Waren Sie nach dem Ereignis arbeitsunfähig?	
<input type="checkbox"/> JA	<input type="checkbox"/> NEIN
Wenn JA, in welchem Zeitraum? Warum waren Sie arbeitsunfähig?	
6. War Ihre Flugtauglichkeit nach dem Ereignis beeinträchtigt?	
<input type="checkbox"/> JA	<input type="checkbox"/> NEIN
Wenn JA, in welchem Zeitraum? Warum war die Flugtauglichkeit beeinträchtigt?	
8. Bemerkten Sie zurzeit noch Symptome an sich? Wenn JA, welche?	
9. Befinden Sie sich aufgrund dieser Symptome in Behandlung?	
<input type="checkbox"/> JA	<input type="checkbox"/> NEIN
10. Weitere Informationen, die Sie der BFU mitteilen möchten:	
Ort/Datum:	Kontaktdaten (E-Mail, Mobil etc.):