Bundesstelle für
Flugunfalluntersuchung

Untersuchungsbericht

Identifikation

Art des Ereignisses:	Schwere Störung
Datum:	19. Dezember 2010
Ort:	Köln-Bonn
Luftfahrzeug:	Flugzeug
Hersteller / Muster:	Airbus / A319-132
Personenschaden:	zwei Personen leicht verletzt
Sachschaden:	keiner
Drittschaden:	keiner
Informationsquelle:	Untersuchung durch BFU
Aktenzeichen:	BFU 5X018-10

Die Untersuchung 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 Zivilluftfahrt und dem Gesetz über die Untersuchung von Unfällen und Störungen beim Betrieb ziviler Luftfahrzeuge (Flugunfall-Untersuchungs-Gesetz - FlUUG) 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

Email: box@bfu-web.de
Internet: www.bfu-web.de

Inhalt Seite

Identifikation **1**
Abkürzungen **5**
Kurzdarstellung **7**
1. Sachverhalt **8**
1.1 Ereignisse und Flugverlauf 8
1.1.1 Allgemeine Beschreibung der Situation 16
1.2 Personenschaden 17
1.3 Schaden am Luftfahrzeug 18
1.4 Drittschaden 18
1.5 Angaben zu Personen 18
1.5.1 Kapitän 18
1.5.2 Copilot 18
1.5.3 Leitender Flugbegleiter 19
1.6 Angaben zum Luftfahrzeug 19
1.6.1 Klimatisierung des Flugzeuginnenraums 20
1.6.2 Rain Repellent System 23
1.6.3 Instandhaltung 24
1.7 Meteorologische Informationen 25
1.8 Navigationshilfen 26
1.9 Funkverkehr 27
1.10 Angaben zum Flugplatz 27
1.11 Flugdatenaufzeichnung 27
1.12 Unfallstelle und Feststellungen am Luftfahrzeug 27
1.12.1 Feststellungen am Flugzeug 27
1.12.2 Schwebeteilchen in der Atmosphäre 28
1.13 Medizinische und pathologische Angaben 29
1.13.1 Vorgeschichte 29
1.13.2 Gutachterliche Stellungnahme 30
1.14 Brand 34
1.15 Überlebensaspekte 34
1.16 Versuche und Forschungsergebnisse 34
1.17 Organisationen und deren Verfahren 34
1.17.1 Verfahren bei Geruchs- und/oder Rauchentwicklung 34
1.17.2 Benutzung der Sauerstoffmasken 36
1.18 Zusätzliche Informationen 37

1.18.1 Meldevorgang 37
1.18.2 Physiologische und psychologische Wirkungen von Geruch 40
1.18.3 Luftfahrzeug - Vorgeschichte 41
1.19 Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken 42
1.19.1 Ermittlung von Flugparametern aus QAR-Daten 42
2. Beurteilung 43
2.1 Allgemein 43
2.2 Analyse des Flugverlaufs aus operationeller Sicht 45
2.3 Spezifische Bedingungen 48
2.3.1 Besatzung 48
2.3.2 Wettersituation 48
2.3.3 Enteisung des Flugzeugs 49
2.4 Human Performance 49
2.4.1 Allgemeine Zusammenarbeit und Arbeitsatmosphäre 49
2.4.2 Geruchsentwicklung im Cockpit und Umgang mit der Situation 50
2.4.3 Nutzung möglicher Ressourcen 52
2.5 Technische Aspekte 54
2.5.1 Klimasystem des Flugzeugs 54
2.5.2 Feststellungen am Flugzeug und an der Instandhaltung 56
2.6 Bewertung möglicher Beeinflussungsfaktoren 56
2.6.1 Aerotoxisches Syndrom 56
2.6.2 Differentialdiagnostische Diskussion 57
2.6.3 Bewertung weiterer systembedingter Beeinflussungsfaktoren 60
2.6.4 Physiologische und psychologische Wirkungen von Gerüchen 63
2.7 Sicherheitsmechanismen 65
2.7.1 Sauerstoffmasken 65
2.7.2 Checklisten und Training 66
2.7.3 Safety Gate (1 000 ft) 66
2.8 Organisatorische Aspekte 67
2.8.1 Meldevorgang 67
2.8.2 Informationsfluss vertraulicher Informationen 69
3. Schlussfolgerungen 69
3.1 Befunde 69
3.2 Ursachen 72
4. Sicherheitsempfehlungen 72
5. Anlagen 73

Abkürzungen

AAIU	Flugunfalluntersuchungsstelle	Air Accident Investigation Unit
ACM	Kühlturbine	Air Cycle Machine
AGL	Höhe über Grund	Above ground level
AOC	Luftverkehrsbetreiberzeugnis	Air Operator Certificate
AMSL	Höhe über Meeresspiegel	Above mean sea level
APU	Hilfsturbine	Auxiliary Power Unit
ATA		Air Transport Assoziation
ATPL(A)	Lizenz für Verkehrspiloten	Airline Transport Pilot License (Aeroplane)
BFU	Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung	Federal Bureau of Aircraft Accident Investigation
CISM		Critical Incident Stress Management
CM1	Besatzungsmitglied Nr. 1	Crew member 1
CM2	Besatzungsmitglied Nr. 2	Crew member 2
CRM		Crew Resource Management
CVR	Cockpit-Tonaufzeichnungsgerät	Cockpit Voice Recorder
DWD	Deutscher Wetterdienst	German Meteorological Service Provider
EASA	Europäische Agentur für Flugsicherheit	European Aviation Safety Agency
ECS	Druck-Klima-Sauerstoffsystem	Environmental Control System
EU-OPS	Europäisches Regelwerk	European Regulation
FDR	Flugdatenschreiber	Flight Data Recorder
FIUUG	Flugunfalluntersuchungsgesetz	

FL	Flugfläche	Flight Level
FODA	Analyse flugbetrieblicher Daten	Flight Operations Data Analysis
ILS CAT-II/III	Instrumentenlandesystem Betriebsstufe II/III	Instrument Landing System Category II/III
LOC / GS	Landekurs / Gleitweg	Localizer / Glideslope
LuftVO	Luftverkehrsordnung	
METAR	Routinewettermeldungen	Aviation Routine Weather Report
NM	nautische Meilen	Nautical Miles
OM-A	Betriebshandbuch, Teil A	Operations Manual Part A
OM-B	Betriebshandbuch, Teil B	Operations Manual Part B
QAR	Flugdatenaufzeichnungsgerät	Quick Access Recorder
QRH		Quick Reference Handbook
PF	Luftfahrzeugführer am Steuer	Pilot Flying
PNF		Pilot non Flying
RWY	Start- und Landebahn	Runway

Kurzdarstellung

Am 19. Dezember 2010 befand sich der Airbus A319 aus Wien (Österreich) kommend im Anflug auf den Verkehrsflughafen Köln-Bonn. Während des Eindrehens auf den Queranflug nahmen beide Piloten einen außergewöhnlichen Geruch wahr. Kurze Zeit später - beim Eindrehen auf die Anfluggrundlinie - bemerkten beide Flugzeugführer eine Beeinträchtigung ihres körperlichen und kognitiven Leistungsvermögens. Sie setzten ihre Sauerstoffmasken auf und erklärten Luftnotlage. Der Kapitän vermochte das Flugzeug weiterhin zu steuern. Der Copilot fühlte sich nicht mehr in der Verfassung, seiner Funktion im Cockpit uneingeschränkt nachzukommen. Nach der Landung und dem Erreichen der Abstellposition begaben sich beide Flugzeugführer in medizinische Behandlung. Während der Kapitän nach vier Tagen den Flugdienst wieder aufnehmen konnte, war der Copilot bis zum 10.07.2011 flugdienstuntauglich. Die technische Untersuchung des Luftfahrzeuges erbrachte keine Hinweise auf eine technische Fehlfunktion.

Ursache:

Die im Landeanflug aufgetretenen gesundheitlichen Beeinträchtigungen der Cockpitbesatzung, verbunden mit einer deutlichen Einschränkung der Leistungsfähigkeit beider Piloten, waren sehr wahrscheinlich auf folgende Ursache zurückzuführen:

- eine massive Geruchsentwicklung im Cockpitbereich, deren Entstehung und Verteilung nicht ermittelt werden konnte

Beigetragen haben können:

- physiologische und psychologische Wirkungen der Gerüche auf beide Besatzungsmitglieder

1. Sachverhalt

1.1 Ereignisse und Flugverlauf[1]

Nach den Schilderungen der Cockpit-Besatzung begann sie mittags um 13:25 Uhr[2] ausgeruht den Dienst am Verkehrsflughafen Köln-Bonn.

Der erste Flugabschnitt ihres Tagesumlaufs sollte nach Wien führen. Im weiteren Verlauf sollte die Besatzung laut Plan nach Köln-Bonn zurückkehren, um dann einen weiteren Flug nach Mailand (Italien) und zurück durchzuführen.

Der Wetterbericht für den Tag ließ schwere Schneefälle in Köln-Bonn erwarten. Beide Flugzeugführer kannten sich von einem gemeinsamen Umlauf zwei Tage zuvor, der ebenfalls durch einen anspruchsvollen Winterflugbetrieb geprägt war. Während des Außen-Checks in Köln-Bonn begann es zu schneien. Das Flugzeug wurde an der Parkposition enteist. Laut Aussage beider Piloten verliefen Start und Flug nach Wien ohne besondere Vorkommnisse.

Während das Flugzeug in Wien bereit zum Rückflug war, versprach der immer stärker werdende Schneefall in Köln-Bonn keine Besserung der dortigen Wettersituation. Die Crew hatte das Einsteigen der Passagiere in Erwartung einer Verzögerung des Fluges entsprechend verschoben. Als dann der Flughafen Köln-Bonn infolge des anhaltenden starken Schneefalls geschlossen wurde, war der Flugbesatzung bewusst, dass ihr Tagesumlauf wahrscheinlich nicht mehr wie geplant durchgeführt werden konnte.

Nach etwa drei Stunden Wartezeit in Wien zeichnete sich ein Nachlassen des Schneefalls in Köln-Bonn ab und als das Flugzeug eine Flugdurchführungsfreigabe (slot) für etwa 50 Minuten später erhielt, wurde unverzüglich mit dem Einsteigen der Passagiere begonnen. Aufgrund einer zügigen Enteisung bei laufenden Triebwerken auf der dafür vorgesehenen Haltefläche und eines nachfolgenden kurzen Rollweges konnte das Flugzeug den Flughafen um 20:12 Uhr in der letzten Minute des zugewiesenen Slots verlassen. Während des Rollens und beim Start war die Klimaanlage (packs) ausgeschaltet, u.a. um ein mögliches Eindringen von Enteisungsflüssigkeit in den Luftkreislauf des Flugzeuginnenraums zu vermeiden.

[1] Der Sachverhalt bezieht sich ausschließlich auf die Angaben beider Piloten und auf die Auswertung der Daten des Quick Access Recorders (QAR).
[2] Alle angegebenen Zeiten, soweit nicht anders bezeichnet, entsprechen Ortszeit.

Aus den Daten des Quick Access Recorders (QAR) ging hervor, dass das Luftfahrzeug nach dem Start in Wien nach links in nordwestliche Richtung kurvte und auf eine Reiseflughöhe von Flugfläche (FL) 360 stieg. Diese wurde um 20:31 Uhr erreicht.

Der Reiseflug nach Köln-Bonn verlief nach Beschreibung der Flugbesatzung ohne besondere Ereignisse. Der Kapitän (CM1) war auf diesem Flugabschnitt der steuernde Pilot (PF). Beiden Flugzeugführern war bewusst, dass sie aufgrund der Verspätung von nunmehr vier Stunden nicht mehr nach Mailand fliegen würden.

Nach einem 20-minütigen Flug in FL 360 wurde ein Sinkflug auf FL 300 eingeleitet. Diese Höhe wurde um 20:57 Uhr erreicht. Viereinhalb Minuten nach Erreichen der FL 300 wurde der Sinkflug bis 21:20 Uhr fortgesetzt, wobei zu diesem Zeitpunkt FL 70 erreicht war.

Der Anflug auf den Zielflughafen verlief nach Aussage der Besatzung fast vollständig als kontinuierlicher Sinkflug (continuous descent) und beide Piloten beschrieben die Arbeitsatmosphäre als professionell. Sie wurden vom Radarlotsen mit Kursvorgabe an das Instrumentenlandesystem (ILS) der Landebahn 14L herangeführt.

Um 21:24 Uhr verließ das Flugzeug laut QAR-Daten FL 70 und sank innerhalb von etwa drei Minuten auf eine Flughöhe von 4 000 ft AMSL, bei einem Luftdruck (QNH) von 987 hPa. Das Luftfahrzeug flog dabei in Richtung 280°. Bei Erreichen von 4 000 ft AMSL befand sich der Airbus A319 etwa 20 km nördlich des Zielflughafens Köln-Bonn. Zweieinhalb Minuten später begann das Flugzeug auf eine Höhe von 3 000 ft zu sinken und kurvte dabei nach links in den Endanflug der Piste 14L.

In einer Höhe von 4 000 ft AMSL und beim Eindrehen auf den linken Queranflug (Anlage 1: Instrumentenanflugkarte Köln-Bonn, Piste 14L, ILS) nahmen beide Piloten zum ersten Mal einen seltsamen, stark ausgeprägten, unangenehmen Geruch wahr - eine Mischung aus verbrannt und elektrisch Riechendem. Der Copilot hatte den intensiven Geruch als „elektrisch-süßlich“ wahrgenommen, der sich beim Einatmen „dicht“ anfühlte. Eine Rückfrage beim verantwortlichen Flugbegleiter ergab, dass in der gesamten Flugzeugkabine nichts Außergewöhnliches zu riechen war. Nach kurzer Zeit schien für beide Piloten der Geruch im Cockpit nachzulassen.

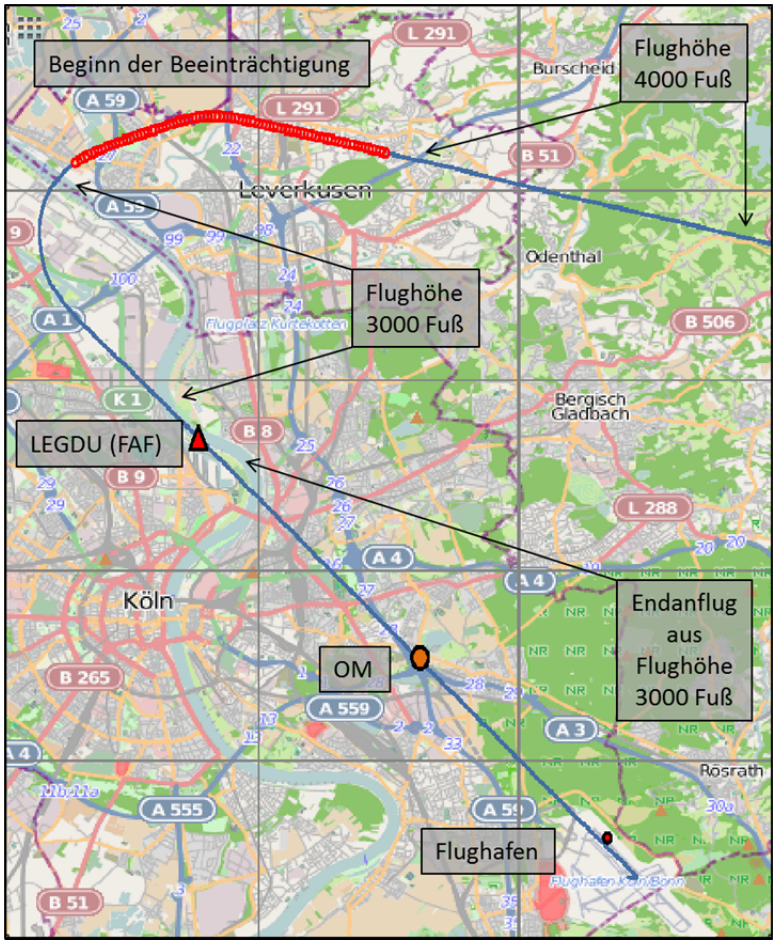


Abbildung 1: Flugverlauf Quelle: FODA/BFU

Während des nachfolgenden Eindrehens auf den durch das ILS vorgegebenen Landekurs (localizer) sagte der Copilot (CM2), dass ihm „kotzübel“ sei und er beabsichtige, die Sauerstoffmaske aufzusetzen. Nach seinen Angaben hatte ihn die Übelkeit wie ein Schlag in den Magen getroffen. Als sich seine Arme und Beine taub anzufühlen begannen und er den Eindruck hatte, nicht mehr klar denken zu können, griff er zur Sauerstoffmaske, die er sich beim zweiten Versuch erfolgreich überstülpte.

Dadurch alarmiert und sich selbst beobachtend verspürte der Kapitän nach eigenen Angaben urplötzlich ein starkes Kribbeln in Händen und Füßen. Gleichzeitig bemerkte er, wie ihm „im wahrsten Sinne des Wortes die Sinne schwanden“. Sein Gesichtsfeld schränkte sich nahezu schlagartig ein (Tunnelblick) und er verspürte ein starkes Schwindelgefühl. In dieser Situation griff er nach seiner Sauerstoffmaske.

Nachdem Copilot und Kapitän ihre Atemhilfen aufgesetzt hatten, konnten beide schnell die Kommunikation über die Masken herstellen. Nach Aussage der Piloten

ging es dem Kapitän etwas besser, während es dem Copiloten weiterhin schlecht ging. Sein Zustand verschlechterte sich im weiteren Verlauf eher noch.

Nach Erinnerung der Piloten war das Flugzeug mittlerweile auf den Landekurs des Instrumenten-Lande-Systems (ILS Localizer) ausgerichtet. Mit dem Autopiloten wurde auf dem Endanflug eine Geschwindigkeit von 220 Knoten vorgewählt.

Die aufgezeichneten QAR-Daten zeigten, dass das Flugzeug bei einer Entfernung von ca. 11 nautischen Meilen (NM) vor dem Aufsetzen auf die Anfluggrundlinie ausgerichtet war. Die Geschwindigkeit über Grund betrug ca. 240 kt.
Etwa 9 NM vor dem Aufsetzen, als es den Gleitweg des ILS erreichte, ging das Flugzeug in den Sinkflug über. Das Luftfahrzeug flog etwas oberhalb des Gleitweges, wobei in einer Entfernung von ca. 8 bis 7 NM zur Schwelle der Landebahn etwa 150 ft Abweichung nach oben erreicht wurden. Die Geschwindigkeit über Grund betrug zu Beginn des Sinkfluges ca. 240 kt und nahm bis zum Erreichen des Outer Markers (3,9 NM vor dem Aufsetzen) bis auf 170 kt ab.
Nach Beschreibung der Besatzung erteilte der Kapitän nach dem Erscheinen des Gleitwegsignals dem assistierenden Piloten (PNF) die Anweisung, den Anfluglotsen darüber zu informieren, dass sie auf die Turmfrequenz wechseln wollen und beim Turmlotsen dann Luftnotlage (mayday) erklären, was der Copilot auch ausführte. In der Zwischenzeit hatte der PF die Landeklappen in die erste Stufe gefahren und als die Gleitweganzeige (glideslope) sich in Richtung Mitte der Anzeigemarkierung zu bewegen begann, den Autopiloten ausgeschaltet. Der Kapitän flog somit das Flugzeug manuell. Weil das Flugzeug nach Darstellung des Kapitäns nicht schnell genug Geschwindigkeit abbaute, verlangte der PF vom PNF das Ausfahren des Fahrwerks und nachfolgend das weitere Setzen der Landeklappen in Position 2. Die Bremsklappen waren bereits vom PF ausgefahren worden.

Da sich der Kapitän weder physisch noch psychisch in der Lage fühlte, ein Durchstartmanöver zu fliegen, teilte er dem Copiloten mit, dass er das so genannte 1 000 ft Safety Gate, bei dem zum Fortsetzen des Anfluges alle notwendigen Parameter für die Landung erreicht sein müssen, außer Kraft setze – für ihn käme nur noch eine sofortige Landung infrage.

Kurz vor dem Outer Marker befand sich das Flugzeug erneut laut aufgezeichneter QAR-Daten kurzzeitig ca. 100 ft über dem Gleitweg und sank während des Überfluges etwa 50 ft unter den Gleitweg (Abweichung für insgesamt ca. 30 Sekunden). Der Überflug des Outer Marker erfolgte mit einer Geschwindigkeit über Grund von

ca. 170 kt. Während des weiteren Anfluges bis zum Aufsetzen befand sich das Flugzeug auf dem Gleitweg.

Nachdem das Flugzeug in die Landekonfiguration gebracht worden war, musste die noch zu hohe Geschwindigkeit bis zum Aufsetzen weiter reduziert werden.

Ca. 25 Sekunden nach Überflug des Outer Markers befand sich das Luftfahrzeug in einer Höhe von etwa 1 000 ft über der Landebahnschwelle bei einer Geschwindigkeit über Grund von ca. 135 kt. Innerhalb der darauf folgenden 50 Sekunden verringerte sich die Geschwindigkeit über Grund bis auf etwa 125 kt und die Höhe auf ca. 600 ft über der Landbahnschwelle. Die Geschwindigkeit nahm in den folgenden 20 Sekunden zu. Das Flugzeug überflog die Landebahnschwelle in einer Höhe von ca. 60 ft bei einer Geschwindigkeit über Grund von 135 kt.

Um 21:34 Uhr setzte das Flugzeug bei einer Geschwindigkeit über Grund von 135 kt etwa 365 m (1 200 ft) hinter der Landebahnschwelle auf und bremste automatisch (Auto Brake) ab. Nach der Schilderung des Kapitäns begann er bei einer Geschwindigkeit von etwa 40 kt manuell zu bremsen. Vierzig Sekunden nach dem Aufsetzen, nach etwa 1 300 m, verließ das Luftfahrzeug mit einer Geschwindigkeit von ca. 10 kt über Grund die Piste 14L in den Rollweg A3.

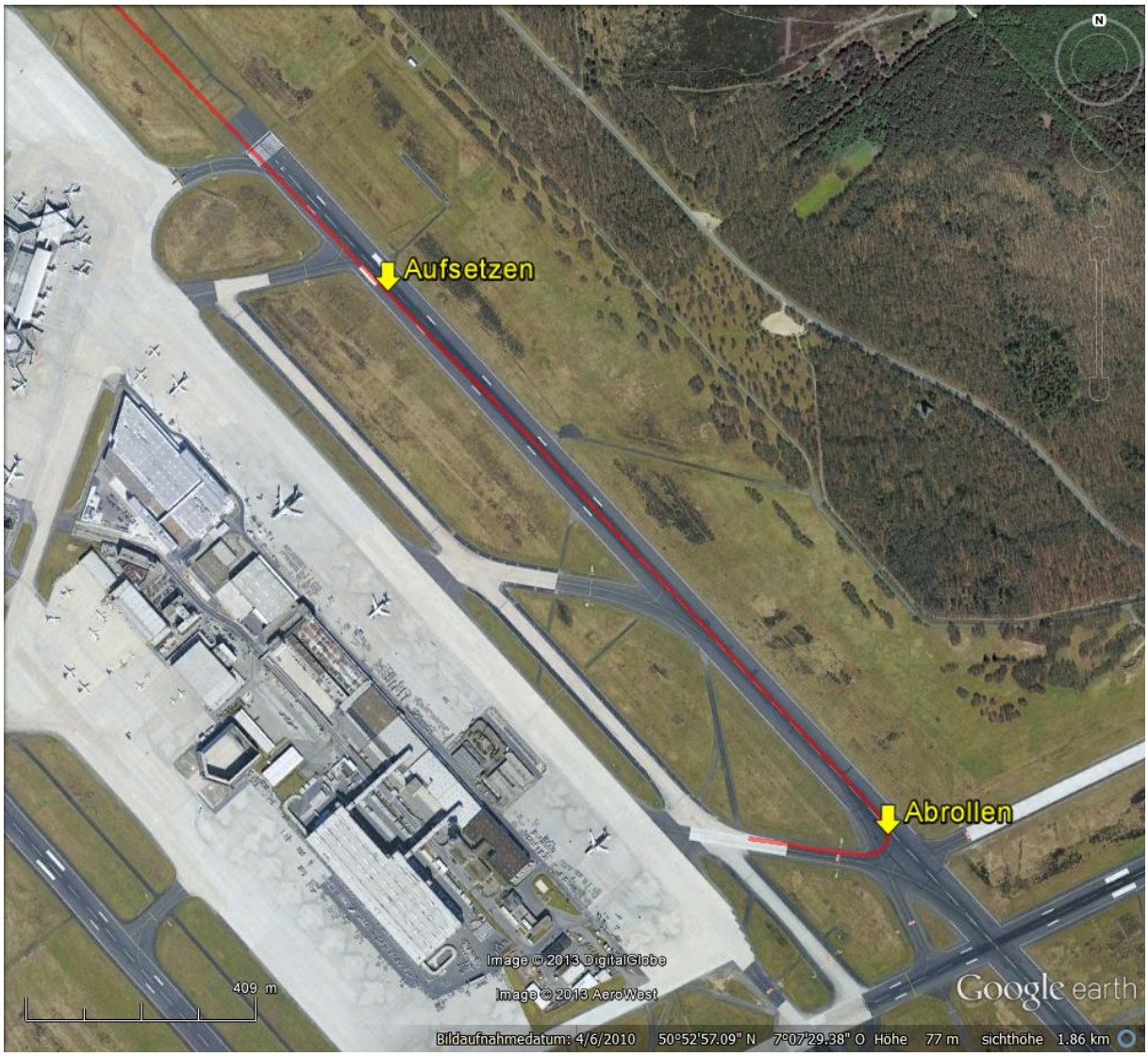


Abbildung 2: Aufsetz- und Abrollpunkt des Flugzeuges anhand der QAR-Daten Quelle: Google/BFU

Während des Rollens auf dem Rollweg A übergab der Kapitän das Flugzeug an den Copiloten (nun PF), um mit der Feuerwehr, die das Flugzeug begleitete, über Funk zu kommunizieren. Auch nahm er erneut Kontakt mit dem leitenden Flugbegleiter auf, um diesem mitzuteilen, dass er nach Erreichen der Außenparkposition und dem Öffnen der Fenster die Sauerstoffmaske abnehmen und eine Kabinenansage durchführen wolle. Der Copilot konzentrierte sich nach eigenen Angaben so sehr auf das Steuern des Flugzeuges, dass er das Gespräch zwischen Kapitän und Feuerwehr nicht mitverfolgte. Nach Beendigung des Gesprächs übernahm der Kapitän wieder die Steuerung (PF). Nach dem Abbiegen auf Rollweg B erinnerte der Copilot daran,

dass sie die nach der Landung durchzuführenden Schaltungen sowie das Einfahren der Landeklappen (after landings items) noch nicht ausgeführt hatten. Dieses wurde nachgeholt, während sie dem „Follow Me“-Fahrzeug zur Parkposition folgten.

Nach dem Setzen der Parkbremse bemerkten beide, dass das Hilfstriebwerk (APU) noch nicht gestartet war, was nun auch nachgeholt wurde. Der Copilot berichtete, dass er für das Öffnen seines Fensters drei Versuche benötigt habe. Erst nach dem Öffnen habe er die Sauerstoffmaske abgenommen und den beißenden Geruch wieder registriert, worauf er die Maske sofort wieder aufgesetzt habe. Da neben dem Flugzeug für alle Passagiere sichtbar Blaulichter blinkten, wollte der Kapitän nicht länger mit einer erklärenden Ansage an seine Fluggäste warten. Bei geöffnetem Fenster und noch laufenden Triebwerken gab er eine Erklärung für die Anwesenheit der Feuerwehr ab. Die Information wurde nach Aussage des leitenden Flugbegleiters von den Passagieren gut aufgenommen. Im Anschluss daran führten beide Piloten die Parking Checklist aus.

Das Geschehen im Cockpit war in der Flugzeugkabine nicht registriert worden. Erst als der Flugbegleiter nach Erreichen der Parkposition ins Cockpit kam, bemerkte er den ungewöhnlichen Geruch.

Bevor die Passagiere das Flugzeug verließen, kam der Einsatzleiter der Feuerwehr ins Cockpit. Der Copilot wurde dann von Rettungssanitätern gestützt zum wartenden Rettungswagen geführt. Der Kapitän verblieb zunächst im Cockpit, um mit dem Einsatzleiter das weitere Vorgehen abzusprechen und eine weitere Ansage an die Passagiere zu richten. Zum Aussteigen der Passagiere stellte er sich in die Cockpittür. Die Fluggäste verließen nach seinem Eindruck das Flugzeug in ruhiger und freundlicher Stimmung.

Nachdem der letzte Fluggast das Flugzeug verlassen hatte, kamen innerhalb kurzer Zeit verschiedene Leute auf den Kapitän zu, die alle seine Aufmerksamkeit beanspruchen wollten. Er aber setzte sich zunächst mit der Kabinencrew zu einer kurzen Besprechung zusammen, um ihnen eine Schilderung des Herganges zu geben. Er wies sie auf die Möglichkeit einer Betreuung durch das CISM-Team hin und dann entließ er sie von Bord. Es folgten ein Gespräch mit Technikern und ein Eintrag in das Technik-Log. Hier hörte er zum ersten Mal die Hypothese, dass wohl Enteisungsflüssigkeit für den Geruch verantwortlich gewesen sei.

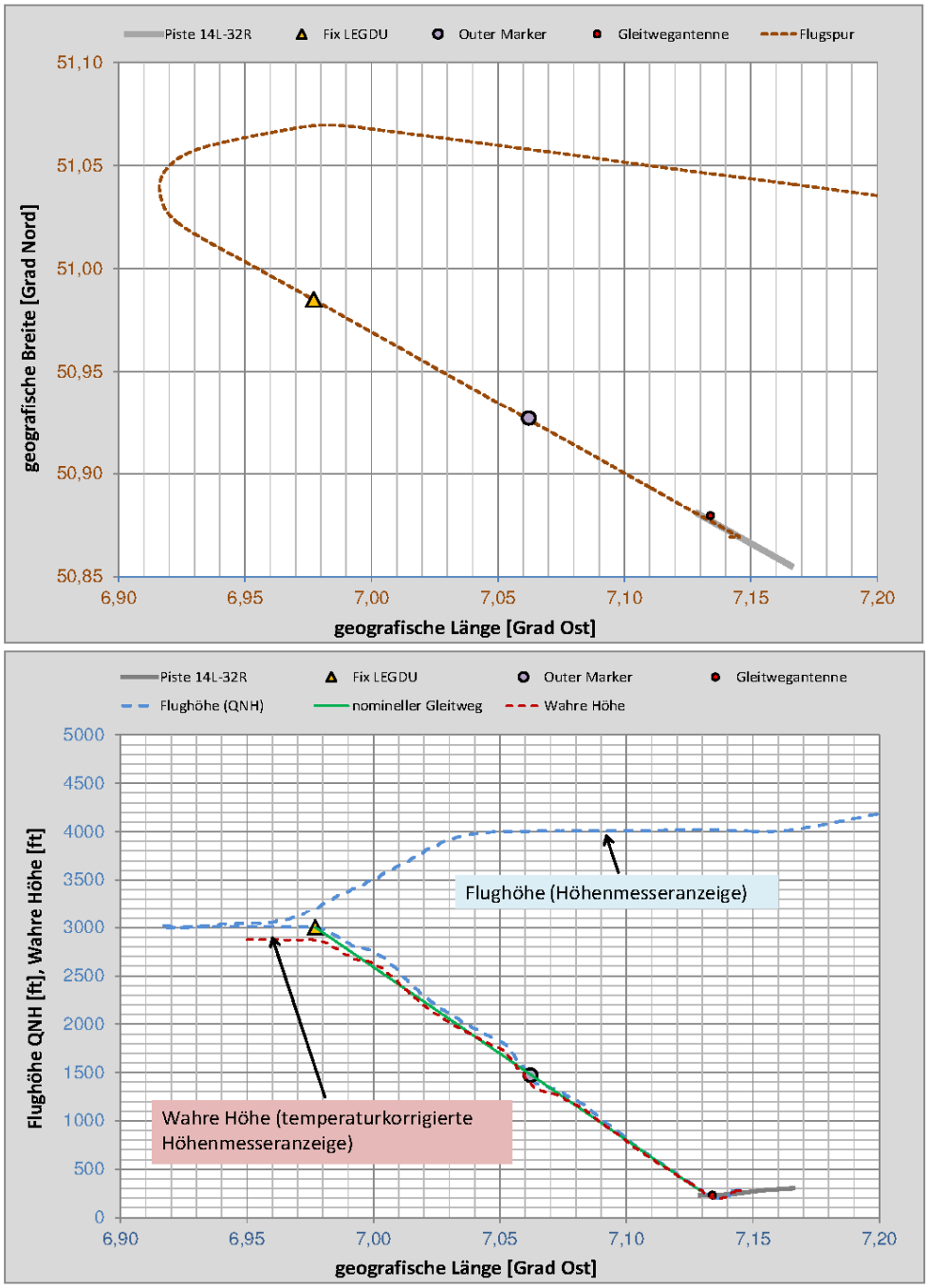


Abbildung 3: Rekonstruierter Flugweg Quelle: FODA/BFU

1.1.1 Allgemeine Beschreibung der Situation

Die Piloten wurden durch die BFU zweimal einzeln befragt. Daraus ergab sich folgende Situationsbeschreibung:

Der Copilot hatte Schwierigkeiten, den Ablauf in einem Gesamtbild zu erfassen. Er konnte sich nur noch mit Mühe auf einzelne Aspekte des ablaufenden Geschehens konzentrieren und spürte, dass er die anfallenden Informationen nicht mehr verarbeiten konnte.

Der Kapitän sagte, dass er am Ende seiner Leistungsfähigkeit angekommen sei. Er fühlte sich unter anderem von dem Lärm der eigenen Atemgeräusche in der Sauerstoffmaske abgelenkt und empfand diese als störend für die Kommunikation zwischen ihm und seinem Copiloten. Während des gesamten Anfluges hatte er sich körperlich sehr schlecht gefühlt. Mit dem manuellen Fliegen mit Flight Directory arbeitete er an der Obergrenze dessen, was ihm überhaupt noch möglich schien.

Der Umstand, dass sein Leistungsvermögen derartig eingeschränkt war, machte ihm Angst. Er dachte kurz an eine vollautomatische Landung (Auto Land), verwarf den Gedanken aber schnell wieder, da er kaum einen klaren Gedanken fassen konnte und zu viele Dinge dafür zu beachten waren. Das Einzige, was noch „vollautomatisch“ funktionierte, war die von ihm durch seine langjährige Erfahrung automatisiert ablaufende Steuerung des Flugzeuges von Hand.

Die letzten zwei Minuten zwischen 1 800 ft und dem Aufsetzenkamen dem Copiloten wie eine Ewigkeit vor. Er fühlte sich nicht mehr in der Lage, einen aktiven Einfluss auf den weiteren Ablauf nehmen zu können und hoffte nur noch, dass es eine erfolgreiche Landung werden würde. Allerdings bemerkte er, dass die Anfluggeschwindigkeit jetzt stimmte, die Klarliste aber noch nicht durchgeführt war, worauf er diese teilweise noch abarbeitete. Auch er verspürte, wie anstrengend diese Aktivitäten für ihn waren, wie schwer es ihm fiel, nachzudenken, sich zu konzentrieren.

Beide Flugzeugführer beschrieben ihre Verfassung kurz vor der Landung als surrealistisch und wie in einem Traum.

1.2 Personenschaden

Verletzte	Besatzung	Passagiere	Außenstehende
Tödlich			
Schwer			
Leicht	2		
Ohne	3	142	

Die BFU hat beide Piloten befragt, wie sie ihre physiologischen und psychischen Einschränkungen während des Endanfluges auf den Verkehrsflughafen Köln-Bonn beurteilen würden. Als Beschreibungs- und Entscheidungshilfe erhielten beide Besatzungsmitglieder eine von der Safety Regulation Group der britischen Luftfahrtbehörde, Civil Aviation Authority (CAA), beschriebene Klassifizierung von Besatzungsausfällen[3] (Incapacitation).

Mit dieser Klassifizierung wurde der Ausfall einer Flugbesatzung in folgende Untergruppen bzw. Schweregrade eingeteilt:

Incapacitation *- Unable to perform any duties.*

Partial Incapacitation *– Able to perform duties but with great difficulty.*

Impairment *– Able to perform duties with some difficulty and/or minor mistakes made.*

Slight Impairment *– Able to perform duties with little difficulty but with reduced efficiency.*

Feeling unwell *but no impairment (e.g. headaches, nausea).*

Irritation *but not impairment (e.g. of eyes, nose, throat).*

Der Kapitän hat seine während des Anflugs wahrgenommene Beeinträchtigung seiner Leistungsfähigkeit als “Impairment“ bis “Partial Incapacitation“ eingestuft. Seinen Zustand nach dem Austeigen hat er als “Slight Impairment“ bezeichnet.

[3] BRE/RAeS CAQ Conference, 16/17 October 2003, Safety Regulation Group, Civil Aviation Authority (UK)

Der Copilot hat seine wahrgenommene Beeinträchtigung in der Leistungsfähigkeit dem Begriff “Particial Incapacitation“ zugeordnet.

Die Kabinenbesatzung fühlte sich nicht beeinträchtigt.

Passagiere wurden durch die BFU nicht explizit befragt. Hinweise von Passagieren hinsichtlich einer eventuellen Beeinträchtigung lagen nicht vor.

1.3 Schaden am Luftfahrzeug

Es entstand kein Schaden am Luftfahrzeug.

1.4 Drittschaden

Es entstand kein Drittschaden.

1.5 Angaben zu Personen

1.5.1 Verantwortlicher Pilot (Kapitän)

Der 35-jährige verantwortliche Pilot war im Besitz einer Lizenz für Verkehrspiloten (ATPL(A)), ausgestellt nach den Regelungen JAR-FCL deutsch. Er war berechtigt, die Muster Airbus A318/319/320/321 als verantwortlicher Pilot zu führen. Er war lizenziert für Flüge nach Instrumentenflugregeln und Landungen nach Kategorie III (CAT III). Seine Gesamtflugerfahrung betrug 8 535 Stunden, davon 7 864 Stunden auf Flugzeugen mit einem Gewicht von über 20 Tonnen sowie 3 107 Stunden auf dem Muster. Sein Tauglichkeitszeugnis Klasse 1, ausgestellt nach den Tauglichkeitsanforderungen der ICAO und JAR-FCL 3, war bis zum 30.03.2011 gültig und ohne Einschränkungen.

Er war am Ereignistag neun Stunden im Dienst und hatte zuvor mehr als 14 Stunden dienstfrei.

1.5.2 Copilot

Der 26-jährige Copilot war im Besitz einer Lizenz für Berufspiloten (CPL(A)) mit ATPL-Kredit und MCC-Eintrag, ausgestellt nach den Regelungen JAR-FCL deutsch. Er war berechtigt, die Muster A318/319/320/321 als Copilot zu fliegen. Seine Gesamtflugerfahrung betrug 720 Stunden, davon wurden 472 Stunden auf dem Muster geflogen. Sein Tauglichkeitszeugnis Klasse 1, ausgestellt nach den Tauglichkeitsan-

forderungen der ICAO und JAR-FCL 3, war bis zum 13.08.2011 gültig und ohne Einschränkungen.

Er war am Ereignistag neun Stunden im Dienst und hatte vorher mehr als 14 Stunden dienstfrei.

1.5.3 Leitender Flugbegleiter

Der 41-jährige leitender Flugbegleiter (Kabinenchef) war seit 2002 im Unternehmen als Flugbegleiter tätig. Davor war er als Flugbegleiter bei einer anderen Fluggesellschaft beschäftigt.

Er war am Ereignistag neun Stunden im Dienst und hatte vorher mehr als 13 Stunden dienstfrei.

1.6 Angaben zum Luftfahrzeug

Der Airbus A319 ist eine verkürzte Version des Basismusters A320, zu dessen Familie auch der A318 mit noch kürzerem Rumpf und die gestreckte Version A321 gehören.

Bei dem betroffenen Flugzeug handelt es sich um einen Airbus A319-132, Baujahr 2008. In dieser Version hat das Flugzeug eine Länge von 33,84 m und eine Spannweite von 34,09 m. Mit einem maximalen Startgewicht von 75 500 kg laut Luftfahrzeugrolle ist das Flugzeug bei dem betroffenen Luftfahrtunternehmen mit 150 Sitzplätzen ausgestattet.

Das Flugzeug ist mit zwei Triebwerken des Modells IAE V2524-A5 ausgerüstet. Flugzeug und Triebwerke hatten bis zum Ereignis 8 741 Flugstunden mit 6 264 Zyklen absolviert.

Am Tag vor dem Ereignis flog das Flugzeug vier Flugabschnitte. Am Ereignistag war es vor dem Ereignisumlauf bereits einmal von Köln nach München und zurück geflogen. Diese beiden Flüge verliefen ohne besondere Vorkommnisse.

In der Woche vor dem Ereignis wurde das Flugzeug aufgrund der vorherrschenden Wettersituation insgesamt 11 Mal enteist.

1.6.1 Klimatisierung des Flugzeuginnenraums

In Verkehrsflugzeugen werden im Flugzeuginnenraum Luftaustausch, Druck- und Temperaturregelung durch ein Klima-Regelungssystem sichergestellt. In Flugzeugen der Airbus-Familie wird das System als Environmental Control System (ECS) bezeichnet.

Das Environment Control System ist im Aircraft Maintenance Manual (AMM) wie folgt beschrieben:

Das Klima-Regelungssystem sorgt für die Bereitstellung von Luft in der Druckkabine mit ausreichendem Druck, Temperatur und Luftqualität.

Untersysteme

Das Klima-Regelungssystem besteht aus folgenden Untersystemen:

- Luftverteilung
- Kabinendruckregelung
- Klimatisierung
- Temperaturregelung

Luftverteilung

Das Luftverteilungssystem sorgt für die Verteilung der klimatisierten Luft in der Druckkabine.

Kabinendruckregelung

Das Kabinendruckregelungssystem regelt den Kabinendruck. Es arbeitet vollautomatisch und hat ein manuelles Backup. Der Kabinendruck wird so geregelt, dass er ausreichende Sicherheit und Komfort für die Passagiere und die Besatzung bietet.

Klimasystem

Das Klimasystem senkt die Temperatur der Zapfluft, die vom Druckluftsystem des Flugzeuges zugeführt wird. Dabei wird ebenfalls die Feuchtigkeit der Zapfluft re-

duziert. Im Notfall kann Stau-Luft bei einem Fehler der beiden Klimaanlagen zugeführt werden.

Temperaturregelungssystem

Das Temperaturregelungssystem steuert die Temperatur der zu der Kabine und dem Cockpit zugeführten Luft. Die Temperaturen in der Kabine und im Cockpit können unabhängig voneinander geregelt werden.

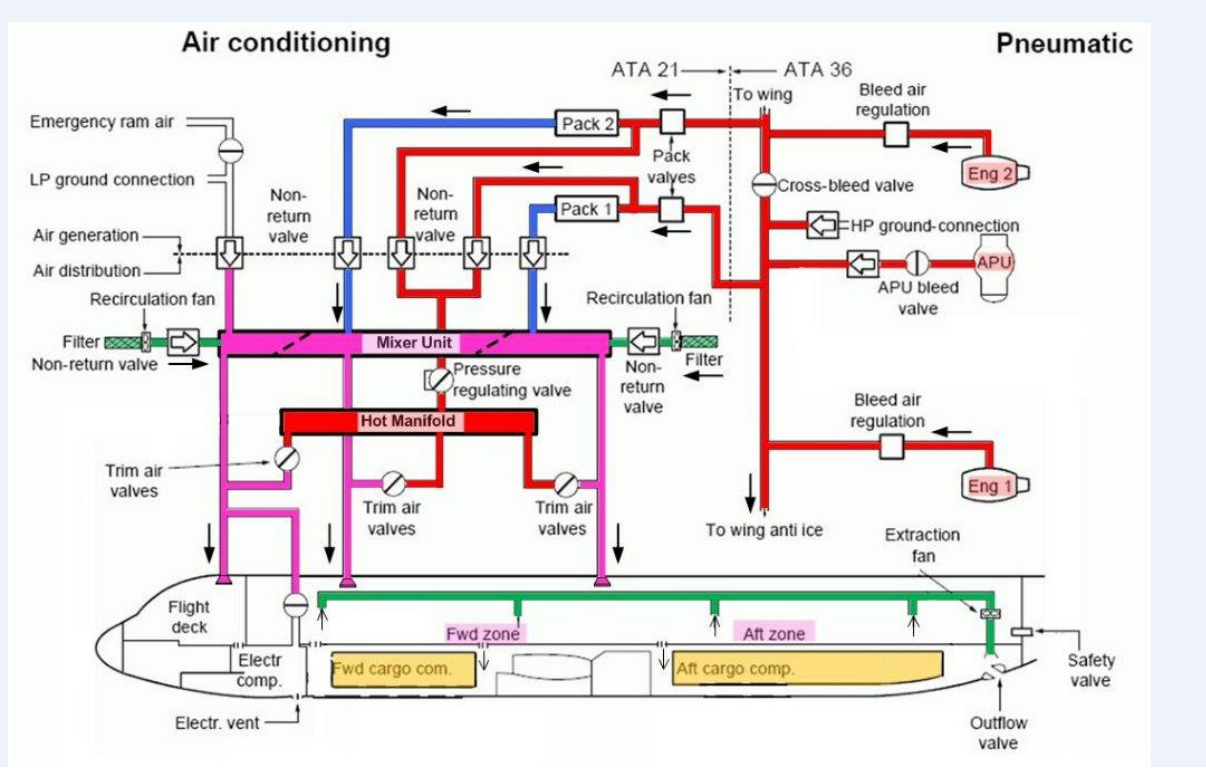


Abbildung 4: Vereinfachtes Schema des ECS Quelle: Airbus, Bearbeitung BFU

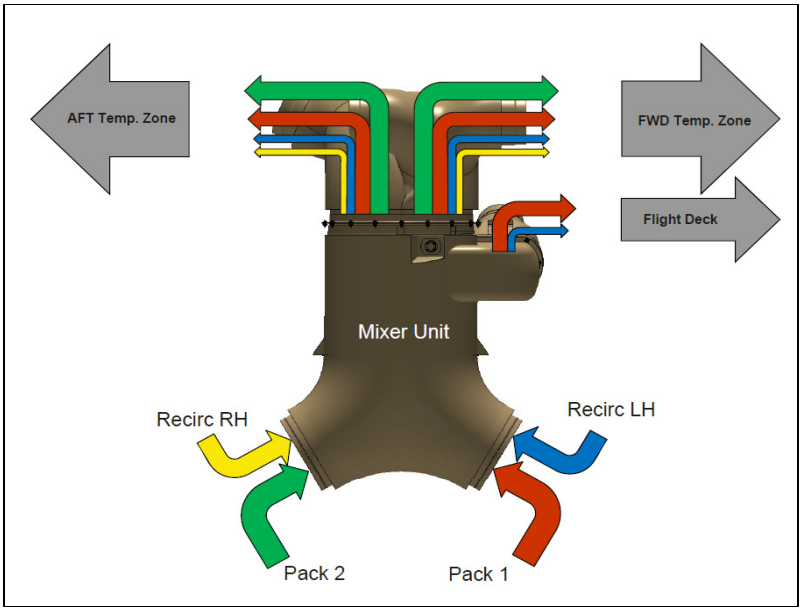


Abbildung 5: Vereinfachtes Schema der Mixer Unit Quelle: Airbus

Das ECS wird mit Luft aus dem Pneumatic-System (ATA 36) des Flugzeuges versorgt. Dabei wird Zapfluft aus den Verdichtern der Triebwerke oder aus der Druckluft der Auxiliary Power Unit (APU) eingespeist. Im weiteren Verlauf wird ein großer Teil der Luft durch zwei Air Cycle Machines (ACM), auch Packs genannt, abgekühlt. In der Mixer Unit wird diese gekühlte Luft mit Luft aus der Kabine gemischt (Recirculating Air).

Aus den vom Hersteller des Flugzeuges zur Verfügung gestellten Informationen geht die Verteilung des Luftstromes in der Mixer Unit hervor. Demnach wird im Normalbetrieb in der vorderen und hinteren Zone der Kabine jeweils Luft von beiden Packs (roter und grüner Pfeil) und beiden Recirculating Fans (blauer und gelber Pfeil) zugeführt. Dem Cockpit wird ausschließlich Luft vom linken Pack und dem linken Recirculating Fan zugeführt.

Am Auslass der Mixer Unit ist der Anteil der Luft aus Pack 1, die dem Cockpit zugeführt wird, ca. 2,3-fach höher im Vergleich zu der Luft, die dem vorderen Kabinenbereich zugeführt wird. Bevor die Luftströme in die jeweilige Zone gelangen, wird, abhängig von der gewählten Temperatur, heiße Luft aus dem Hot Manifold zugemischt (Trimmluft). Alle Zonen erhalten die gleiche Trimmluft, die je nach Druckverhältnis von Triebwerk 1 oder Triebwerk 2 kommt. Bei normalen Betriebsverhältnissen wird im Kühlfall in den Kabinenzonen aufgrund der höheren Wärmelasten weniger Trimm-

luft benötigt als im Cockpit. Der Anteil der Trimmluft am Gesamtluftstrom für das Cockpit ist kleiner als 10%.

Der Luftdurchsatz in der Flugzeugkabine sorgt dafür, dass die Kabinenluft sehr oft ausgetauscht wird. In FL 390, bei 24 °Celsius Kabinentemperatur und mit beiden eingeschalteten Klimaanlagen (packs), wird von Airbus eine Austauschrate von ca. 70-mal pro Stunde im Cockpit angegeben (einschließlich Recirculating Air). Der Austausch von frischer Luft erfolgt ca. 47-mal pro Stunde. In der Kabine beträgt die Rate ca. 36-mal pro Stunde für die gesamte Luft und ca. 24-mal pro Stunde für frische Luft. Der Anteil der Recirculating Air beträgt unter diesen Bedingungen ca. 33%.

Im Bereich der Mixer Unit wird ebenfalls Luft zur Bedruckung der Hydraulik- und Wasserbehälter sowie des Rain Repellent Systems entnommen.

Die Frachträume des Flugzeuges waren nicht mit einem Belüftungssystem ausgestattet.

1.6.2 Rain Repellent System

Das Flugzeug verfügte neben den Scheibenwischern ebenfalls über ein Flüssigkeitssystem, welches zur Verbesserung der Sicht bei nasser Frontscheibe dienen sollte.

Eine auswechselbare Kartusche kann bis zu 475 Kubikzentimeter (cm^3) der Rain-Repellent Flüssigkeit aufnehmen. Diese Kartusche ist im Cockpit hinter dem Kapitänssitz installiert. Der aktuelle Füllstand am Ereignistag war der BFU nicht bekannt.

Wenn das System aktiviert wird, treibt Stickstoff die Flüssigkeit in die Düsen an der Frontscheibe. Wenn keine Flüssigkeit ausgesprüht wird, wird Zapfluft aus den Triebwerken zum Ausblasen der Leitungen verwendet. Ein Einströmen von Rain-Repellent-Flüssigkeit in das ECS wird über Rückschlagventile verhindert.

Nach Angaben des Flugzeugherstellers enthält die Rain-Repellent-Flüssigkeit Duftstoffe (Kiefern-/Fichtennadel), die es der Besatzung ermöglichen würden, eine eventuelle Leckage zu bemerken.

Abbildung 6: Rain Repellent Dose Quelle: BFU

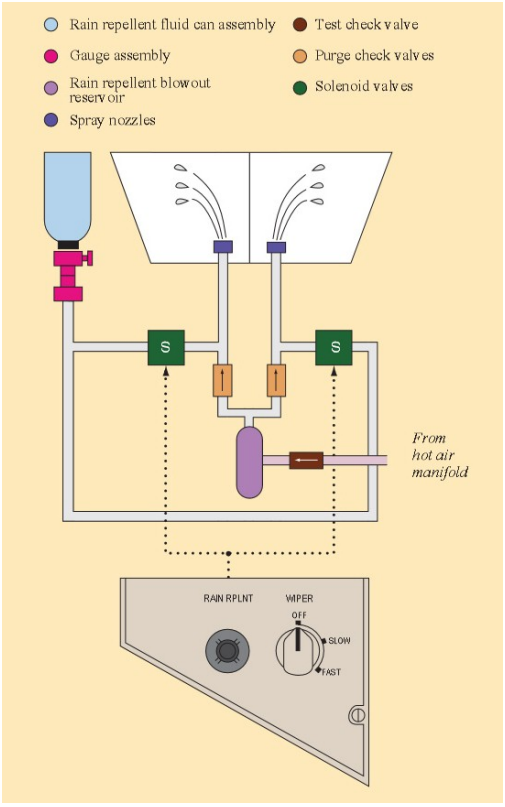


Abbildung 7: Rain Repellent System (Airbus)

1.6.3 Instandhaltung

Das Luftfahrtunternehmen hat der BFU die Unterlagen mit den Angaben zur Instandhaltung des betroffenen Luftfahrzeuges zur Verfügung gestellt.

Das Luftfahrzeug wurde von einem deutschen Luftfahrtunternehmen betrieben. Somit waren die Regelungen des Anhangs I (Teil M) zur Verordnung EU-2042/2003 für die Instandhaltung des Luftfahrzeugs anzuwenden.

Nach Angaben des Luftfahrtunternehmens wurden in den vier Tagen vor dem Ereignis fünf Work Orders abgeschrieben. Dabei handelte es sich um vier planmäßige Daily Checks und um den Wechsel einer Glühlampe. Hierbei gab es nach den der BFU zur Verfügung gestellten Unterlagen keine Befunde, die mit dem Ereignis im Zusammenhang stehen können. In dieser Zeit wurden mit dem Luftfahrzeug 16 Flüge bei einer Flugzeit von insgesamt 22 Stunden durchgeführt.

Nach dem Ereignis wurden das Avionic Equipment Ventilation System geprüft und die Filterelemente gewechselt, eine Inspektion des Einlassbereichs des Triebwerks Nr. 1 durchgeführt und der Gaspfad des Kerntriebwerks mit Wasser gewaschen. Ein anschließender Standlauf im Leerlauf ergab keinen Befund.

Bei dem am 20.12.2010 durchgeführten Weekly Check wurde gemäß den der BFU vorliegenden Work Order-Beschreibungen festgestellt, dass alle Hydrauliksysteme überfüllt waren und der „IDG ENG 1 Level low“ war.

Die Durchsicht der vom Luftfahrtunternehmen zur Verfügung gestellten Work Order Summary über den Zeitraum 20.12.2010 bis zum 29.01.2012 mit 1 233 abgeschriebenen Work Orders ergab keine weiteren Befunde, die einen Zusammenhang zu dem Ereignis erkennen ließen.

Auf Nachfrage der BFU teilte das Luftfahrtunternehmen mit, dass das Electronic Equipment Compartment (E&E) nach dem Ereignis nicht auf Fremdkörper, Verunreinigungen und Schmauchspuren untersucht wurde. Aufgrund der Geruchsbeschreibung der Techniker (Enteisungsmittel) wurde ein Verursacher aus dem E&E Compartment ausgeschlossen.

1.7 Meteorologische Informationen

Die allgemeine Wetterlage war durch ein Tiefdrucksystem über Deutschland mit durchlaufenden Fronten geprägt. Im Westen gab es nachmittags und gegen Abend Schneeschauer.

Das Wetter in Wien wurde vor dem Abflug wie folgt angegeben:

19/12/2010 METAR LOWW 191850z
13011KT 8000 SCT210 M07 / M09 Q1004 R88/19//95 NOSIG=

Uhrzeit:	20:50 Uhr MEZ
Wind:	130° mit 11 Knoten
Sicht:	8 km
Wetter:	nicht gemeldet
Wolken:	3 bis 4/8 in 21 000 Fuß AGL
Temperatur:	-7 °C

Taupunkt:	-9 °C
Luftdruck:	1 004 hPa
Pistenzustand:	alle Pisten: feucht, 51 bis 100%, Bremswirkung gut
Trend:	keine wesentliche Änderung zu erwarten

Das Wetter in Köln-Bonn wurde vor der Landung wie folgt angegeben:

19/12/2010 METAR EDDK 192020z
17009KT 8000 RASN FEW005 BKN015 01/00 Q0987 R14/190095 TEMPO 2000 SN BKN008=

Uhrzeit:	21:20 Uhr MEZ
Wind:	170° mit 9 Knoten
Sicht:	8 km
Wetter:	Regen / Schnee
Wolken:	1 bis 2/8 in 500 ft AGL und 5 bis 7/8 in 1 500 ft AGL
Temperatur:	1 °C
Taupunkt:	0 °C
Luftdruck:	987 hPa
Pistenzustand:	Piste 14: feucht, 51 bis 100%, Ablagerung weniger als 1 mm, Bremswirkung gut
Trend:	zeitweise Sicht 2 km mit Schneefall und 5 bis 7/8-Bewölkung in 800 ft AGL

Die Höhenwinde im Bereich Köln-Bonn ließen sich anhand der Messwerte der Ballonaufstiege im Raum Essen vom 19.12.2010, 13:00 Uhr und vom 20.12.2010, 01:00 Uhr bestimmen (s. Anlage 2)

1.8 Navigationshilfen

Die drei Landebahnen des Verkehrsflughafens Köln-Bonn waren mit Instrumentenanflugverfahren anzufliegen. Für Anflüge auf die Piste 14L nach Instrumentenflugregeln (IFR) stand als Präzisionsanflugverfahren ein Instrumentenlandesystem ILS CAT II & III zur Verfügung (s. Anlage 1). Zum Zeitpunkt des Anfluges war die Betriebsstufe CAT I aktiv.

1.9 Funkverkehr

Es bestand Sprechfunkkontakt zwischen dem Flugzeug und den beteiligten Flugsicherungskontrollstellen. Die Gespräche wurden routinemäßig auf einem Datenträger aufgezeichnet, nach Ablauf eines Zeitraums von 30 Tagen aber - wie im Normalfall üblich - gelöscht und standen somit der BFU zum Zeitpunkt der Einleitung der Untersuchung nicht mehr zur Verfügung.

1.10 Angaben zum Flugplatz

Der internationale Verkehrsflughafen Köln/Bonn (EDDK/CGN) befindet sich ca. 8 NM (ca. 15 km) südöstlich der Stadtmitte von Köln

Er liegt in einer Höhe von 302 Fuß AMSL (92 m über Meeresspiegel) und verfügt über zwei parallele, in den Richtungen 136°/316° verlaufende, 3 815 m bzw. 1 863 m lange und 60 m bzw. 45 m breite Pisten sowie eine 2 459 m lange und 45 m breite Piste mit der Ausrichtung 063°/243. Die parallelen Pisten sind asphaltiert, die andere Piste ist betoniert.

1.11 Flugdatenaufzeichnung

Das Flugzeug war mit einem Cockpit-Tonaufzeichnungsgerät (CVR) und einem Flugdatenschreiber (FDR) ausgerüstet. Beide Aufzeichnungsgeräte wurden nach dem Ereignis nicht sichergestellt.

Luftfahrtunternehmen sind gemäß luftrechtlicher Regelungen verpflichtet, Flugdaten zur regelmäßigen operativen Kontrolle (FODA) auszuwerten. Die in diesem Rahmen erhobenen Daten des Anfluges mittels Flugdatenrecorder (QAR) wurden der BFU zur Verfügung gestellt und dort ausgewertet.

1.12 Unfallstelle und Feststellungen am Luftfahrzeug

1.12.1 Feststellungen am Flugzeug

Nach der Landung wurde das Flugzeug von der Technik des Luftfahrtunternehmens überprüft. Nach Angaben der Techniker war der außergewöhnliche Geruch noch 15 Minuten nach dem Abstellen des Flugzeuges und bei geöffneten Cockpit-Fenstern wahrnehmbar. Er wurde von den Technikern mit hoher Wahrscheinlichkeit

von Enteisungsflüssigkeit stammend bewertet. Öl-, Kraftstoff- oder elektrischer Geruch wurde von den Technikern definitiv ausgeschlossen.

Am Flugzeug wurden am 20.12.2010 die folgenden Maßnahmen durchgeführt:

- Ventilatoren zur Kühlung der Cockpit-Armaturen wurden ersetzt, Verschmutzungen wurden nicht gefunden
- Triebwerk Nr. 1: Einlassbereich geprüft (ohne Befund), Kerntriebwerk innen mit Wasser gewaschen, Standlauf mit Leerlaufdrehzahl durchgeführt (kein Geruch im Flugzeug)
- Sauerstoffmasken im Cockpit gewechselt und das Crew-Sauerstoffsystem gewartet
- Triebwerksstandlauf gemäß Wartungshandbuch durchgeführt (kein Geruch im Flugzeug)

Anschließend wurde mit dem Flugzeug ein 45-minütiger Werkstattflug durchgeführt, der ohne Befund blieb. Danach wurde es für den Einsatz freigegeben und es folgten am selben Tag vier weitere Linienflüge.

Im Zeitraum 29.01. bis 02.02.2012, also mehr als 13 Monate nach dem Ereignis, wurde das Flugzeug im Rahmen des Instandhaltungsprogramms einem C-Check unterzogen. Bei diesem werden eine detaillierte Inspektion der Flugzeugstruktur und Tests der Systeme durchgeführt.

Die durchgeführten technischen Kontrollen am Druck-Klima-Sauerstoffsystem (ECS) mit seinen Leitungen und Austrittsdüsen sowie verschiedene Triebwerksstandläufe führten zu keinen Anzeichen von Ursachen für ein Auftreten von außergewöhnlichen Gerüchen.

Das Ereignis wurde intern durch die Flugsicherheitsabteilung des Luftfahrtunternehmens untersucht.

1.12.2 Schwebeteilchen in der Atmosphäre

Da der Anflugweg des Luftfahrzeuges an Anlagen der chemischen Industrie vorbeiführte, kann grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden, dass sich Ansammlungen von Substanzen in der durchflogenen Luftmasse befanden, die über das ECS in den Innenraum des Flugzeuges gelangten.

Eine entsprechende Anfrage beim Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen erbrachte keinen Hinweis auf eine mögliche Kontamination der durchflogenen Luftmassen.

1.13 Medizinische und pathologische Angaben

1.13.1 Vorgeschichte

Durch die Erklärung der Luftnotlage während des Landeanflugs wurde die Flughafenfeuerwehr routinemäßig alarmiert und damit wurden auch Rettungswagen bereitgestellt.

An der Parkposition des Flugzeuges hat der Einsatzleiter der Feuerwehr das Cockpit aufgesucht und sich über den Gesundheitszustand der Insassen erkundigt. Bevor die Passagiere ausgestiegen waren, wurde der Copilot mit Unterstützung der Rettungssanitäter in den Rettungswagen gebracht. Der Kapitän blieb im Flugzeug, machte eine Ansage an die Passagiere und kümmerte sich um die weiteren Abläufe.

Im Rahmen der Erstversorgung wurde im Rettungswagen die Sauerstoffkonzentration (SPO_2) im Blut des Copiloten gemessen. Der Copilot berichtete, dass der Wert unterhalb 80% gelegen habe. Er habe diesen Wert im Gespräch mit den Rettungssanitätern erfahren und in dem späteren Gedächtnisprotokoll vermerkt. Der auf dem Einsatzprotokoll des Rettungsdienstes der Flughafenfeuerwehr vermerkte Wert lag bei 99%.

Der Kapitän begab sich nach dem Aussteigen der Passagiere auch in den Rettungswagen. Er war vorher durch den Einsatzleiter der Feuerwehr und durch den BFU-Beauftragten befragt worden. Auch das Formular für die Meldung nach § 5 LuftVO hatte er ausgefüllt, bevor er sich in den Rettungswagen begab. Nach seiner späteren Schilderung gegenüber der BFU wurde bei ihm ebenfalls eine Sauerstoffkonzentration im Blut unterhalb 80% festgestellt. In dem Einsatzprotokoll war ein Wert von 99% dokumentiert.

Beide Piloten wurden im Rettungswagen mit Sauerstoffsonden versorgt und nach einer ersten Befragung zum Gesundheitsstatus in das Krankenhaus nach Porz zur weiteren Diagnostik gefahren. Bei der späteren Befragung durch die BFU schilderte der Kapitän, dass es ihm nach seiner Erinnerung auf der Fahrt ins Krankenhaus kontinuierlich besser gegangen sei. Er habe den Eindruck gewonnen, endlich wieder ei-

nen klaren Gedanken fassen zu können. Er erinnerte sich an die Aussage des Rettungssanitäters, wonach diese Besserung auf die Sauerstoffgabe und die bessere Sauerstoffkonzentration im Blut zurückzuführen sei.

Im Krankenhaus wurden die Flugzeugführer untersucht und nach etwa zwei Stunden entlassen. Eine Blut- und Urinabgabe erfolgte nicht.

Beide Flugzeugführer ließen sich mit einem Taxi zum Flughafen fahren, von wo aus sie jeweils mit ihren Autos zur Wohnung des Copiloten fuhren. Nach einem Debriefing verfasste der Kapitän die Meldung an den Flugbetrieb des Luftfahrtunternehmens.

Der Copilot hat am folgenden Tag (20.12.2010) das Krankenhaus erneut aufgesucht und sich untersuchen lassen. Nach seinen Angaben seien die Organe und die Blutgasanalyse unauffällig, der Blutwert Creatinkinase (CK) sei exorbitant hoch gewesen.

Der Copilot war bis zum 10.07.2011 fluguntauglich. Nach seinen Angaben fühlte er sich bis ca. fünf Wochen nach dem Ereignis körperlich nicht in der Lage, zu arbeiten. Danach setzte eine posttraumatische Belastungsstörung ein.

Nach der Erkenntnis über den hohen Wert des Enzyms CK habe der Copilot dem Kapitän empfohlen, das Krankenhaus auch erneut aufzusuchen. Nach Darstellung des Kapitäns seien bei ihm keine auffälligen Untersuchungsbefunde festgestellt worden. Auch die Blutwerte waren im normalen Bereich.

Der Kapitän konnte den Flugdienst am 24.12.2010 wieder aufnehmen.

1.13.2 Gutachterliche Stellungnahme

Zur Bewertung möglicher Ursachen einer gesundheitlichen Beeinträchtigung der Flugbesatzung hat die BFU die Abteilung Rechtsmedizin und Flugunfallmedizin des Flugmedizinischen Instituts der Bundeswehr um eine gutachterliche Stellungnahme gebeten.

Ausgehend von der Vorgeschichte aufgrund der Landung mit Erklärung einer Luftnotlage und Angaben in Arztbriefen zu der Behandlung im Krankenhaus Porz sowie Laborbefunden wurde eine medizinische Bewertung vorgenommen. Dabei fanden folgende von den Piloten geschilderten Symptome Berücksichtigung:

Kapitän:

- plötzlich auftretendes starkes Kribbeln in Händen und Füßen
- Schwinden der Sinne
- schlagartige Einschränkung des Gesichtsfeldes
- starkes Schwindelgefühl
- Angst, die Kontrolle über den Körper zu verlieren
- fühlt sich schlecht während des gesamten Anflugs
- "... mit dem manuellen Fliegen mit dem Flight Director an der Obergrenze"

Copilot:

- plötzlich auftretende massive Übelkeit
- Gefühl, als ob jemand in den Bauch geboxt hätte
- Taubheitsgefühle der Arme und Beine
- massives Trunkenheitsgefühl im Kopf
- "nicht mehr in der Lage ... zu fliegen"
- Instrumentenscan anstrengend
- Konzentrationsschwierigkeiten
- gestörtes Denkvermögen
- Angstgefühl
- Schwierigkeiten beim Aufsetzen der Sauerstoffmaske

Beim Copiloten wurde die anamnestische Angabe vom 20.12.2010 berücksichtigt, dass er als Pilot möglicherweise Rauchgas inhaliert habe und in den letzten Tagen (Anmerkung: vor dem 19.12.2010) exzessiv Kraftsport betrieben habe sowie viel Ski gefahren sei. Untersuchungsbefunde waren unauffällig, mit Ausnahme der Muskeln (Musculus pectoralis major und Musculus triceps), die beidseitig druckschmerzhaft waren.

Beim Arztbesuch am 20.12.10 war die Diagnose "Traumatischer Muskelschaden ...", und bei einem weiteren Arztbesuch am 21.12.2010 "Traumatische Muskelischämie ..." und "Toxische Wirkung von Gasen, Dämpfen oder Rauch ..." dokumentiert.

Relevante Laborwerte waren:

Untersuchung	Wert am 20.12.10	Wert am 22.12.10	Referenzbereich
Creatinkinase (CK)	26 804 U/l	18 296 U/l	bis 190
CK-MB	270 U/l	287 U/l	< 25
LDH Laktatdehydrogenase	1076 U/l	595 U/l	bis 250
GOT (AST)	461 U/l	421 U/l	bis 50
GPT (ALT)	111 U/l	141 U/l	bis 50

Weitere Laborbefunde einschließlich Blutbild und Elektrolyte waren ohne pathologischen Befund.

Gutachterliche Bewertung:

In dem Gutachten der Abteilung Rechtsmedizin und Flugunfallmedizin des Flugmedizinische Instituts der Luftwaffe wurde die Frage nach dem Vorliegen eines so genannten "aerotoxischen Syndroms" gestellt.

Ausgehend davon, dass den Verfassern des Gutachtens keine Ergebnisse eventuell durchgeführter technischer bzw. flugtoxikologischer Untersuchungen als Hinweis auf die Möglichkeit einer Aufnahme von Rauchgas und/oder Enteisungsmittel im Cockpit vorlagen, wurde die Möglichkeit einer Inhalation toxischer Gase differentialdiagnostisch in Erwägung gezogen.

Die geschilderten Symptome könnten ohne Kenntnis der gesamten Sachlage laut Gutachten mit der Hemmung des Enzyms Azetylcholinesterase oder einer anderen neurospezifischen Esterase, die durch die Organophosphatverbindungen, insbesondere Tricresylphosphat und seine Isomere, verursacht werden können, vereinbar sein.

Nach differentialdiagnostischen Überlegungen kämen jedoch laut Gutachten für die beschriebenen Symptome auch andere Ursachen in Betracht, die gutachterlich für weniger wahrscheinlich gehalten oder ausgeschlossen wurden. Angesprochen wurden:

- eine akute Kohlenmonoxid-Exposition (CO)
- Inhalation von Enteisungsmittel
- Kontamination der Atemluft durch Beimischung von Insektiziden
- Sauerstoffmangel
- eine kardiologische Grunderkrankung
- über die Nahrung oder Getränke zugeführte Noxen (z.B. Lebensmittelvergiftung)

In keinem Zusammenhang mit den Ereignissen im Cockpit sieht das Gutachten die beidseitige Druckschmerzhaftigkeit der Musculus pectoralis major und Musculus triceps mit subjektiv empfundenen, muskelkaterartigen Schmerzen des Copiloten. Diese Symptome waren laut Gutachten ausschließlich Folge der in den Tagen vor dem Ereignis exzessiv betriebenen sportlichen Betätigung. Die erhöhten Laborwerte werden dieser Ursache in dem Gutachten als sehr gut passend zugeordnet.

In dem Gutachten wurde auf Literaturstellen verwiesen, bei denen über Muskelnekrosen nach besonders schwerer Vergiftung mit Organophosphatverbindungen berichtet wurde. Zwangsläufig verbunden waren damit ein Anstieg der muskulären CK im Blut und eine über Wochen anhaltende Muskelschwäche. Ein Zusammenhang mit dem Ereignis im Cockpit wurde ausgeschlossen, weil die muskelkaterartige Symptomatik an weiteren Muskelpartien seitens des Copiloten nicht angesprochen worden war.

Eine Intoxikation mit organischen Lösungsmitteln, die auch zu einem CK-Anstieg im Blut hätten führen können, wurde im Gutachten ausgeschlossen, da anamnestisch hierfür keine ausreichenden Hinweise vorlagen.

Zusammenfassend reichten nach Auffassung der Gutachter die vorliegenden Symptomschilderungen und Untersuchungsbefunde nicht aus, um die bei den beiden Piloten aufgetretene Symptomatik einem so genannten "aerotoxischen Syndrom" zuzuordnen.

Differentialdiagnostisch stellten die Gutachter auch andere Ursachen zur Diskussion, wobei unter anderem der bei beiden Piloten festgestellte Sauerstoffmangel alleine, aber auch eine alleinige Kohlenmonoxid(CO)-Exposition oder die Beimischung von Insektiziden zur Atemluft infrage kämen, weil sie vergleichbare Symptome auslösen könnten.

Das Gutachten stellte die muskulären Symptome und die erhöhten muskelspezifischen Laborwerte in keinen ursächlichen Zusammenhang mit dem Flugereignis. Diese Werte wurden als Ausdruck der exzessiven sportlichen Betätigung bewertet.

Laut Gutachten ergaben sich keine Anhaltspunkte dafür, dass die erhöhten muskelspezifischen Laborwerte durch eine Intoxikation über die Atemluft im Cockpit hervorgerufen wurden.

Die gutachterlichen Ergebnisse der Abteilung Rechtsmedizin und Flugunfallmedizin des Flugmedizinischen Instituts der Luftwaffe wurden durch eine Stellungnahme eines Toxikologen bestätigt. Zusätzlich hat die BFU die Ergebnisse der Blutuntersuchung durch einen Internisten bewerten lassen.

1.14 Brand

Es entstand kein Brand.

1.15 Überlebensaspekte

Nicht betroffen

1.16 Versuche und Forschungsergebnisse

Keine

1.17 Organisationen und deren Verfahren

Das Flugzeug wurde in einem Luftfahrtunternehmen gemäß Verordnung (EG) Nr. 1008/2008 betrieben. Im Luftverkehrsbetreiberzeugnis (AOC) waren zum Zeitpunkt des Ereignisses insgesamt 30 Verkehrsflugzeuge eingetragen, sämtlich Airbus A319.

1.17.1 Verfahren bei Geruchs- und/oder Rauchentwicklung

Das Luftfahrtunternehmen hat im Operating Manual OM-B und im Quick Reference Handbook (QRH) für den Fall einer - Geruchs- und/oder/ Rauchentwicklung Handlungsanweisungen durch Checklisten festgelegt.

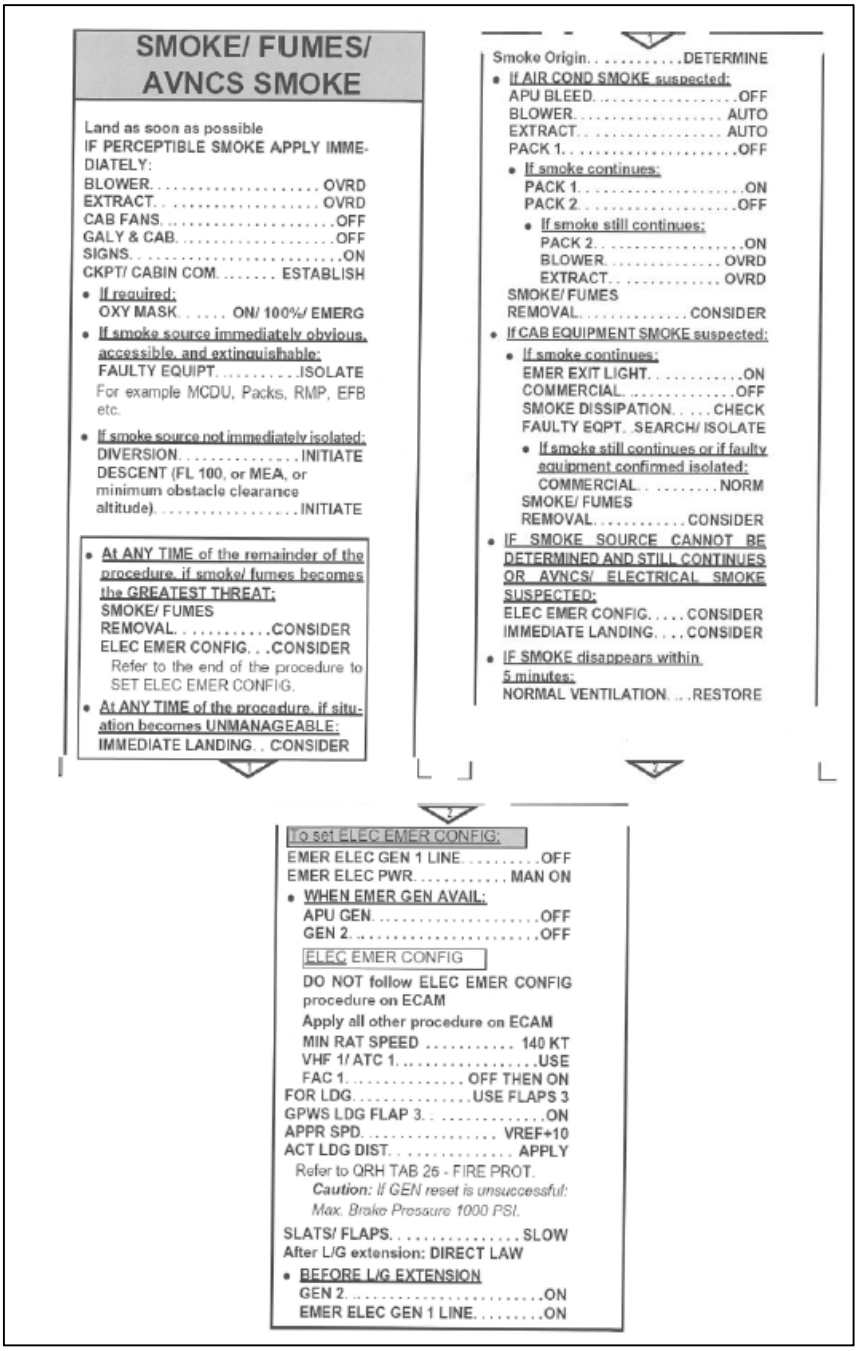
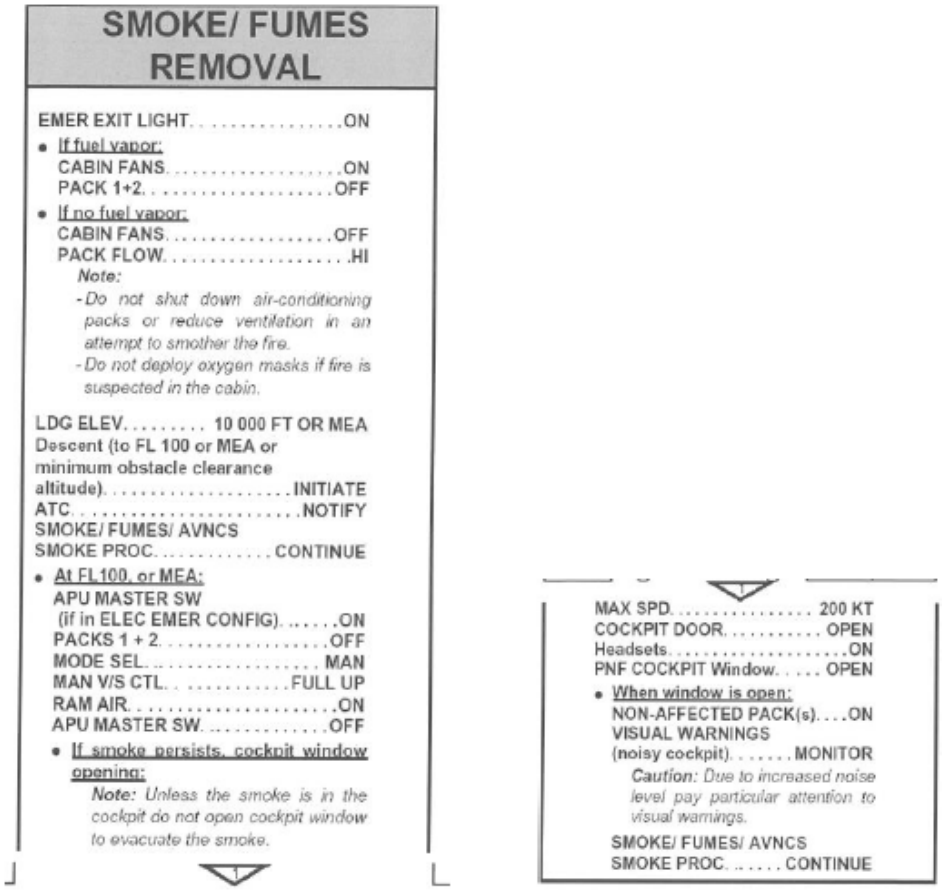


Abbildung 8: Checkliste Smoke / Fume / Avionic Smoke Quelle: OM-B



SMOKE/ FUMES REMOVAL

EMER EXIT LIGHT. . . . . .ON
- If fuel vapor:
  CABIN FANS. . . . . .ON
  PACK 1+2. . . . . .OFF
- If no fuel vapor:
  CABIN FANS. . . . . .OFF
  PACK FLOW. . . . . .HI

  Note:
  - *Do not shut down air-conditioning packs or reduce ventilation in an attempt to smother the fire.*
  - *Do not deploy oxygen masks if fire is suspected in the cabin.*

LDG ELEV. . . . . 10 000 FT OR MEA
Descent (to FL 100 or MEA or minimum obstacle clearance altitude). . . . . .INITIATE
ATC. . . . . .NOTIFY
SMOKE/ FUMES/ AVNCS
SMOKE PROC. . . . . .CONTINUE
- At FL100, or MEA:
  APU MASTER SW
  (if in ELEC EMER CONFIG). . . . . .ON
  PACKS 1 + 2. . . . . .OFF
  MODE SEL. . . . . MAN
  MAN V/S CTL. . . . . .FULL UP
  RAM AIR. . . . . .ON
  APU MASTER SW. . . . . .OFF
  - If smoke persists, cockpit window opening:

    Note: Unless the smoke is in the cockpit do not open cockpit window to evacuate the smoke.

MAX SPD. . . . . 200 KT
COCKPIT DOOR. . . . . OPEN
Headsets. . . . . .ON
PNF COCKPIT Window. . . . . OPEN
- When window is open:
  NON-AFFECTED PACK(s). . . .ON
  VISUAL WARNINGS
  (noisy cockpit). . . . . .MONITOR

  Caution: Due to increased noise level pay particular attention to visual warnings.

SMOKE/ FUMES/ AVNCS
SMOKE PROC. . . . . CONTINUE

Abbildung 9: Checkliste Smoke / Fumes Removal Quelle: OM-B

1.17.2 Benutzung der Sauerstoffmasken

Der Airbus A319 ist mit einem im Cockpit fest installierten Sauerstoff-System ausgerüstet.

Über die Sauerstoffmaske kann je nach Einstellung jedem Besatzungsmitglied eine Mischung aus Luft und Sauerstoff (Normal) oder 100% Sauerstoff (100%) zur Verfügung gestellt werden.

Laut OM-B (Rev. 15. Nov. 2010) sind die Cockpit-Besatzungen angewiesen, Sauerstoffmasken zu benutzen, wenn die Situation es erfordert. Explizit sind folgende Fälle angegeben:

- Druckverlust
- Gebrauch von Feuerlöschmittel
- Verunreinigung der Luft, wie z.B. durch Rauch
- Dämpfe oder Gerüche (Cockpit oder Kabine)

Bei einer Verunreinigung der Luft im Cockpit soll 100% Sauerstoff genutzt werden.

Die Anwendung der Sauerstoffmasken wird nach Angabe des Luftfahrtunternehmens routinemäßig im Simulator trainiert.

1.18 Zusätzliche Informationen

1.18.1 Meldevorgang

Das Flugzeug erreichte nach dem Ereignis im Anflug die Parkposition um 21:40 Uhr.

Die BFU wurde unmittelbar nach der Landung durch den Flughafen Köln-Bonn telefonisch über das Ereignis informiert. Die BFU setzte einen Beauftragten für Flugunfalluntersuchung (BFU-Beauftragter) ein, um die Sachlage zu ermitteln und Informationen für die Entscheidungsfindung der weiteren Vorgehensweise zu erhalten. Nach Darstellung des BFU-Beauftragten, der etwa 25 Minuten nach seiner Alarmierung am Flugzeug war, hatten die Passagiere bei seinem Eintreffen das Flugzeug bereits verlassen. Der Kapitän befand sich nach seiner Schilderung noch im Cockpit.

Auf Befragung berichtete der Kapitän, dass es eine Geruchsbelästigung gegeben habe und er im Augenblick keine körperlichen Probleme spüre. Der BFU-Beauftragte gab an, er habe den Eindruck gehabt, dass der gesundheitliche und körperliche Zustand des Kapitäns normal und ohne Auffälligkeiten gewesen sei.

Der BFU-Beauftragte konnte nach seinem Eintreffen am Flugzeug keinen auffälligen Geruch im Cockpit feststellen. Auch der unmittelbar nach dem Abstellen des Flugzeuges an Bord gegangene Einsatzleiter der Feuerwehr hatte hinsichtlich einer Geruchsentwicklung keinen nennenswerten Befund.

Ein vom Kapitän ausgefülltes Meldeformular nach § 5 LuftVO wurde nach Aussage des BFU-Beauftragten per Fax an die BFU und auf Bitte des Kapitäns auch an das Luftfahrtunternehmen geschickt. Der Unfalluntersucher vom Dienst (UvD) bei der BFU in Braunschweig hat diese per Fax geschickte §-5-Meldung nicht erhalten. Der Grund hierfür konnte auch im Nachhinein nicht aufgeklärt werden.

Am selben Tag wurde die BFU um 23:32 Uhr vom Landesamt für Zentrale Polizeiliche Dienste Nordrhein-Westfalen (LZPD NRW) per Fax über das Ereignis informiert. In dem Sachverhalt wurde unter anderem geschildert, dass ein aus Wien kommender Airbus A319 mit 160 Personen an Bord Rauch im Cockpit gemeldet hätte und die beiden Piloten mit einem Rettungswagen der Flughafenfeuerwehr mit Verdacht auf Rauchgasintoxikation zum Krankenhaus Porz transportiert worden seien.

Der Untersucher vom Dienst der BFU setzte sich am nächsten Morgen mit der Einsatzsteuerung des Luftfahrtunternehmens in Verbindung. Er erfuhr dort, dass es sich nicht um Rauch (smoke), sondern um einen Geruch (smell) gehandelt hätte, die Besatzung aus dem Krankenhaus entlassen sei und die Technik sich mit dem Flugzeug befassen und einen Bericht über den Befund an die BFU senden würde.

Das Luftfahrtunternehmen meldete das Ereignis am 20.12.2010 vormittags über das zur Verfügung stehende § 5 LuftVO Online-Formular an die BFU und das Luftfahrt-Bundesamt (LBA). Der Wortlaut der Meldung ist als Stellungnahme des Kapitäns überschrieben und lautet:

> *Während des Turns auf das Base-Leg nahm CM1 einen recht starken, unangenehmen Geruch war, der sofort von CM2 bestätigt wurde. Unsere erste Wahrnehmung war, dass uns der Geruch elektrisch verbrannt vorkam. Eine sofortige Rückfrage bei der Kabine ergab, dass dort nichts zu riechen war. Mittlerweile schien der Geruch nachgelassen zu haben, war aber immer noch vorhanden. Wenige Sekunden später folgte der Turn auf das Final. Zeitgleich äußerte CM2 plötzlich sehr starkes Unwohlsein und bei CM1 stellten sich Beeinträchtigungen der Wahrnehmung sowie ein Kribbeln in den Extremitäten beider CMs ein. Sofort wurden die Sauerstoffmasken aufgezogen und ATC mitgeteilt, dass wir auf die Towerfrequenz wechseln, da wir mittlerweile auf dem Final Course established waren. Dem Tower wurde von CM2 beim Initial Call Luftnotlage erklärt und der Anflug unter Masken fortgesetzt. Die Landung erfolgte ohne nennenswerte Vorkommnisse. Nach der Landung wurde bei A3 abgerollt und unter Begleitung der Feuerwehr, welche auf der Frequenz 123,1 gerufen wurde, in Richtung Terminal gerollt. Der Feuerwehr wurden die Umstände erklärt und nach kurzer Beratung wurde entschieden, auf die Position A07 zu rollen. Unterwegs dorthin wurde die Kabinenbesatzung informiert und kurz über die weitere Vorgehensweise gebrieft.*

An der Position haben wir beide Fenster geöffnet und nachdem die Masken abgenommen werden konnten, hat CM1 eine beruhigende Ansage an die Passagiere gemacht, die bis zu diesem Zeitpunkt noch nichts von unserem Emergency mitbekommen haben. Die Feuerwehr kam ins Flugzeug, bevor die Passagiere ausstiegen, was wiederum in einer kurzen Ansage erklärt wurde. CM2 wurde aufgrund weiterhin anhaltenden starken Unwohlseins sofort im Krankenwagen behandelt. Nach Rücksprache mit der Feuerwehr konnten die Passagiere aussteigen. Im Anschluss wurde ein Debriefing mit der Kabinencrew durchgeführt, deren Wahrnehmung abgefragt und auf die CISM-Betreuung hingewiesen.

Nach Eingang dieser Meldung setzte sich der Untersucher vom Dienst der BFU erneut mit dem Luftfahrtunternehmen in Verbindung und erhielt die Mitteilung, dass die Technik den Geruch auf Enteisungsflüssigkeit zurückführen würde. Ein durchgeführter Bodenlauf sei ohne weiteren Befund gewesen und die betroffene Crew weise keine Vergiftungserscheinungen auf. Mit dieser Information wurde die Meldung von ihm in der täglich stattfindenden Einsatzbesprechung der BFU vorgestellt und als nicht weiter zu untersuchender Fall befunden.

Etwa ein Jahr nach dem Ereignis erhielt die BFU einen Hinweis mit neuen Informationen, die zur Einleitung einer Untersuchung gemäß Verordnung (EU) Nr. 996/2010 sowie Flugunfalluntersuchungsgesetz (FlUUG) führten. Diese Angaben führten zu einer Befragung der Besatzung.

Nach der Veröffentlichung des Zwischenberichts erhielt die BFU Kenntnis über den Inhalt der Meldung nach § 5 LuftVO, die noch am Abend des Ereignisses vom BFU-Beauftragten an die BFU geschickt worden wäre, aber die BFU nicht erreicht hat.

In dieser Meldung hatte der Kapitän neben anderen formalen Angaben das Ereignis wie folgt geschildert:

Während des Anflugs rochen wir einen starken unbekannten Geruch im Cockpit. Nach Rücksprache mit der Kabine war dort nichts bemerkbar.

Kurz danach zeigten sich bei beiden Piloten starke körperliche Auswirkungen in Form von Übelkeit und Schwindelgefühlen. Es wurden umgehend Sauerstoffmasken aufgezogen und Luftnotlage erklärt. Die Landung erfolgte vier Minuten später ereignislos.

Die Feuerwehr folgte uns bis zur Parkposition, wo nach kurzer Überprüfung alle Gäste aussteigen konnten.

Der Copilot wurde medizinisch behandelt. Es war zu keiner Zeit Rauch sichtbar. Auch der Pilot wurde medizinisch behandelt. Beide wurden ins KH-Porz zur weiteren Abklärung transportiert.

1.18.2 Physiologische und psychologische Wirkungen von Geruch

Das Bayerische Landesamt für Umwelt hat 2005 mit Dokumentation „UmweltWissen“ das Thema „Gerüche und Geruchsbelästigungen“ thematisiert.
Unter anderem wurde in dieser Dokumentation der Aspekt der physiologischen und psychologischen Wirkungen wie folgt beschrieben:

[…]

Physiologische und psychologische Wirkungen

Geruchsreize wirken als Signal für erhöhte Aufmerksamkeit. Daher rufen Gerüche physiologische Reaktionen hervor. Immer wenn sie „Alarmsignale“ setzen, aktivieren sie den Organismus. Sie rufen z.B. Stressaktionen hervor, die den Körper auf Kampf oder Flucht vorbereiten, wie Pupillenerweiterung oder Verengung der peripheren Blutgefäße.

Belästigungen, also psychologische Wirkungen, sind die wichtigste Wirkungskategorie. Generell wirkt ein schwacher, eher angenehmer Geruch viel weniger belästigend als ein starker, unangenehmer. Daher können persönliche Merkmale wie Lebensalter, Gesundheitszufriedenheit oder Stressverarbeitungsstile die Belästigungsreaktionen erheblich dämpfen oder verstärken. Für größere Personengruppen ist die Geruchshäufigkeit ein guter Indikator für die Belästigung. Daher wird sie häufig ermittelt, wenn die Belästigung der Anwohner durch eine geruchsemittierende Anlage beurteilt werden soll [...].

Häufig ruft eine Geruchswahrnehmung toxikologische nicht begründete Ängste vor einer Schadstoffbelastung hervor. Werden Gerüche als Signale der Bedrohung aufgefasst, können sie Sorge, Angst oder Aggression auslösen. Dann kann eine ernst zu nehmende Gesundheitsgefährdung entstehen.

Bei den sog. Toxikopien entwickeln die Patienten Krankheitsbilder oder pathologische Symptome, die für eine Vergiftung typisch sind, ohne dass der ent-

sprechende Giftstoff vorhanden ist. Die Patienten interpretieren Gerüche als Anzeichen einer drohenden Vergiftung und reagieren darauf z.B. mit Erbrechen, z.T. aber auch mit spezifischeren Reaktionen. Gerüche können insofern tatsächlich gesundheitsbeeinträchtigende Wirkung haben, ohne toxisch zu sein.

Dagegen wurde bislang keine unmittelbar krankmachende Wirkung von Gerüchen nachgewiesen. Nicht einmal bei toxischen Substanzen sagt eine Geruchswahrnehmung verlässlich etwas darüber aus, ob tatsächlich toxische Wirkungen zu erwarten sind […]:

Die meisten geruchserzeugenden Gifte oder Schadstoffe nimmt der Mensch bereits bei Konzentrationen wahr, die noch keine gesundheitsschädliche oder tödliche Wirkung haben. Ein Beispiel ist Schwefelwasserstoff, den man bereits in sehr geringen Konzentrationen riechen kann, wenn er noch nicht toxisch wirkt. Im Bereich der tödlichen Dosis ist Schwefelwasserstoff für den Menschen jedoch geruchslos.

Viele toxische Luftschadstoffe sind geruchlos, z.B. Kohlenmonoxid.
Für einige Verbindungen sind bereits bei Konzentrationen im Bereich des Geruchsschwellenwertes Gesundheitsgefährdungen anzunehmen, z.B. bei Acrolein, Chloroform, p-Dichlorbenzol, 1,1,1,-Trichlorethan und Ozon […].
[…]

1.18.3 Luftfahrzeug - Vorgeschichte

An Bord desselben Airbus A319-132 kam es am 27. Mai 2008 nach dem Start in Dublin (Irland) zu einem Ereignis, das von der irischen Air Accident Investigation Unit als Schwere Störung klassifiziert und untersucht wurde (AAIU Report No: 2010-008). Während des Steigfluges meldete die Flugbegleiterin dem Kapitän, dass etwas nicht in Ordnung wäre, da nahezu alle Passagiere eingeschlafen seien und das ihr am nächsten befindliche Mitglied der Kabinenbesatzung nicht ansprechbar erscheine. Auch sie würde sich nicht wohlfühlen. Da auch der Kapitän ein außergewöhnliches Symptom an sich festzustellen meinte, entschieden sich die Piloten, ihre Sauerstoffmasken aufzusetzen, Luftnotlage zu erklären und nach Dublin zurückzukehren. Bei der anschließenden Befragung gaben alle Kabinenmitglieder an, dass sie sich nach dem Start sehr müde und unwohl gefühlt hätten. Einige, zumeist ältere Passagiere,

gaben an, dass sie sich schläfrig gefühlt hätten. Keiner der Fluggäste beklagte sich über Unwohlsein oder Einschränkungen in den Sinneswahrnehmungen.

Unmittelbar nach der Landung von der Flughafenfeuerwehr durchgeführte Messungen mit einem Crowcon-Gasspürgerät zeigten keine außergewöhnlichen Werte für diverse Gase, u.a. Methan (CH_4), Schwefelwasserstoff (H_2S), Kohlenstoffmonoxid (CO) und Sauerstoff (O_2).

Bei den über die nächsten Tage stattfindenden, umfangreichen technischen Untersuchungen am Luftfahrzeug wurden keine Hinweise auf System- oder Komponentenzustände gefunden, die als Ursache für die geschilderten Beobachtungen an Bord infrage kamen. Dabei lag ein Hauptaugenmerk der Untersuchungen auf einer möglichen Kontamination des Flugzeuginnenraumes durch Öl von den Triebwerken oder der APU.

Zu einem gewissen Zeitpunkt während der Flugzeugtests berichteten zwei Mitglieder des Untersuchungsteams über einen starken Geruch in der Flugzeugkabine, während den anderen 13 Teammitgliedern nichts Außergewöhnliches aufgefallen war.

Nach drei Untersuchungstagen wurde entschieden, das Flugzeug in einer Flughöhe von 10 000 Fuß ohne künstlichen Kabinendruck zum Hersteller nach Toulouse (Frankreich) zu überführen. Da nach sechs Tagen intensiven Untersuchens in Toulouse ebenfalls keine Ursachen ermittelt werden konnten, wurde das Flugzeug wieder für den Linieneinsatz freigegeben.

Die AAIU kommt in ihrer Analyse zu dem Ergebnis, dass die wahrscheinliche Ursache, die die von der Besatzung und einigen Passagieren beschriebenen Symptome ausgelöst habe, nicht festgestellt werden konnte.

1.19 Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken

1.19.1 Ermittlung von Flugparametern aus QAR-Daten

Der räumlich-zeitliche Verlauf des Fluges wurde aus den Aufzeichnungen des QARs rekonstruiert. Die Daten enthielten die im Sekundentakt aufgezeichneten momentanen Positionen (geografische Länge und Breite) und die barometrisch gemessenen Flughöhen. Die Abfolge dieser dreidimensionalen Ortsangaben beschrieb näherungsweise den Flugverlauf.

Die Ablage von der Anfluggrundlinie beim Landeanflug wurde durch einen rechnerischen Vergleich der Leitstrahlen für den Landekurs und den Gleitpfad des Instrumen-

ten-Lande-Systems errechnet. Letztendlich wurde die Ablage jeweils in eine "Dot-Anzeige" umgerechnet.

Aus der Länge der Strecke zwischen jeweils zwei aufeinanderfolgenden Positionen und dem Zeitunterschied von einer Sekunde wurde die Geschwindigkeit des Flugzeuges über Grund für jede dieser Strecken berechnet.

2. Beurteilung

2.1 Allgemein

Das am 19. Dezember 2010 auf dem Flug von Wien nach Köln-Bonn aufgetretene Ereignis mit einer massiven Geruchsentwicklung im Cockpit und in der Folge mit einer Minderung der Leistungsfähigkeit beider Piloten (partial Incapacitation) war im Sinne der EU-Verordnung 996/2010 sowie des Flugunfalluntersuchungsgesetzes (FlUUG) als Schwere Störung einzustufen.

Die Klassifizierung als Schwere Störung und damit die Einleitung von Untersuchungsmaßnahmen erfolgte erst ein Jahr nach dem Ereignis. Die BFU war bereits am Abend des Vorfalls darüber informiert worden. Die Schwere des Ereignisses war aber aufgrund eines Kommunikationsfehlers innerhalb der BFU nicht deutlich geworden. Etwa ein Jahr später wurde die BFU durch eine neue Information auf die Bedeutung des Vorfalls aufmerksam. Bei der Einleitung der Untersuchungsmaßnahmen standen wichtige Nachweismittel, wie Cockpit Voice Recorder (CVR), Radaraufzeichnungen sowie Aufzeichnungen des Sprechfunkverkehrs nicht mehr zur Verfügung. Daher basierte die Untersuchung im Wesentlichen auf Aussagen der Besatzungsmitglieder, auf vom Luftfahrtunternehmen zur Verfügung gestellte QAR-Daten, der Auswertung von Instandhaltungsunterlagen sowie auf der Analyse der Flugzeugsysteme nach den Unterlagen des Flugzeugherstellers.

Für die BFU war die Schwere des Ereignisses geprägt durch die Tatsachen, dass beide Piloten in ihrer Leistungsfähigkeit eingeschränkt waren. Deshalb war ein wesentlicher Aspekt der Bewertung, inwieweit die Flugbesatzung noch in der Lage war, einen stabilen Anflug durchzuführen und wie dabei vorgesehene Sicherheitseinrichtungen, wie z.B. die Sauerstoffmasken, gewirkt hatten.

Ein weiter Schwerpunkt der Analyse war die Feststellung, warum beide Piloten in diese Situation geraten konnten. In diesem Zusammenhang stand auch die Frage, ob die Schwere Störung mit dem in Luftfahrt-Fachkreisen und Medien vielfach diskutierten so genannten aerotoxischen Syndrom in Zusammenhang stand. Für die Klärung dieser Fragestellung wurden Ergebnisse externer Gutachten sowie externe medizinische und psychologische Fachkompetenz mit einbezogen.

Auch im Vergleich mit den seit einigen Monaten bei der BFU zahlreich eingehenden Meldungen über so genannte „Fume Events“ wurde dieses Ereignis als relevant im Sinne der Flugsicherheit eingestuft. Die Bandbreite der Meldungen über „Fume Events“ beginnt bei Feststellungen und Beobachtungen von Gerüchen und Rauch über Beeinträchtigungen durch Reizungen der Augen oder Nase, Kopfschmerzen oder Ähnliches sowie Einschränkungen in der Handlungsfähigkeit der Besatzung (Incapacitation) bis hin zu langfristigen gesundheitlichen Beeinträchtigungen.

Nach den Vorgaben der EU-Verordnung (EU) Nr. 996/2010 und dem Flugunfall-Untersuchungs-Gesetz (FlUUG) kann die BFU nur flugsicherheitsrelevante Fälle untersuchen. Dazu zählen Brände oder Rauch an Bord, Ereignisse, die die Flugbesatzungen zur Benutzung von Sauerstoff zwangen, und jeder Ausfall von Flugbesatzungsmitgliedern während des Fluges. Wahrnehmungen von Gerüchen, Beobachtungen von Rauch, Reizungen oder Kopfschmerzen sind nur dann Teil von Untersuchungen, wenn sie auf ein Feuer oder eine Incapacitation zwingend hindeuten.

Meldungen von Betroffenen, die nach eigenen Angaben langfristig gesundheitliche Beeinträchtigungen auf verunreinigte Kabinenluft zurückführen, können mit den vorhandenen Mitteln und Möglichkeiten der Flugunfalluntersuchung nur begrenzt weiterverfolgt werden. Die Arbeitsweise der BFU, wie auch aller anderer Untersuchungsbehörden, ist so ausgerichtet, dass ausgehend von einem konkreten Ereignis, Fakten ermittelt werden, die es dann ermöglichen, die Ursachen festzustellen. Das bedeutet, dass bei lange zurückliegenden Ereignissen aufgrund der nur begrenzt verfügbaren Daten Untersuchungen in der Regel nicht mehr möglich sind.

Unabhängig davon werden Ereignisse, die nicht meldepflichtig sind oder durch die BFU nicht untersucht werden, im Rahmen der Qualitätssicherung durch die Luftfahrtunternehmen bewertet und gegebenenfalls intern untersucht.

2.2 Analyse des Flugverlaufs aus operationeller Sicht

Die vom QAR aufgezeichneten und durch die BFU ausgewerteten Flugdaten gaben keine Hinweise auf Abnormitäten während des Reisefluges sowie während der Sinkflugphase für den Anflug auf den Verkehrsflughafen Köln-Bonn.

Die Geschwindigkeit des Flugzeuges war beim Erreichen des Gleitpfades des ILS zu hoch, was aber vom PF wahrgenommen und mehrfach korrigiert wurde. Nachdem die Bremsklappen bereits ausgefahren waren, verlangte der PF vom PNF nach dem Ausfahren des Fahrwerks das Setzen der Landeklappen in Position 2. Diese Reihenfolge hat er gewählt, weil die Geschwindigkeit zum Ausfahren der Landeklappen in Position 2 vorher noch zu hoch war.

Die Einhaltung des Landekurses zeigte während des gesamten Anflugs keine Auffälligkeiten. Auch die Einhaltung des Gleitweges zeigte keine Anzeichen einer Instabilität. Die festgestellten kurzeitigen Abweichungen vom Gleitpfad bei ca. 8-7 NM und bei 5-3,5 NM vor dem Aufsetzen waren mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die zu diesem jeweiligen Zeitpunkt erfolgte Konfigurationsänderung (Landeklappen, Fahrwerk) sowie auf Korrekturen der Geschwindigkeit zurückzuführen.

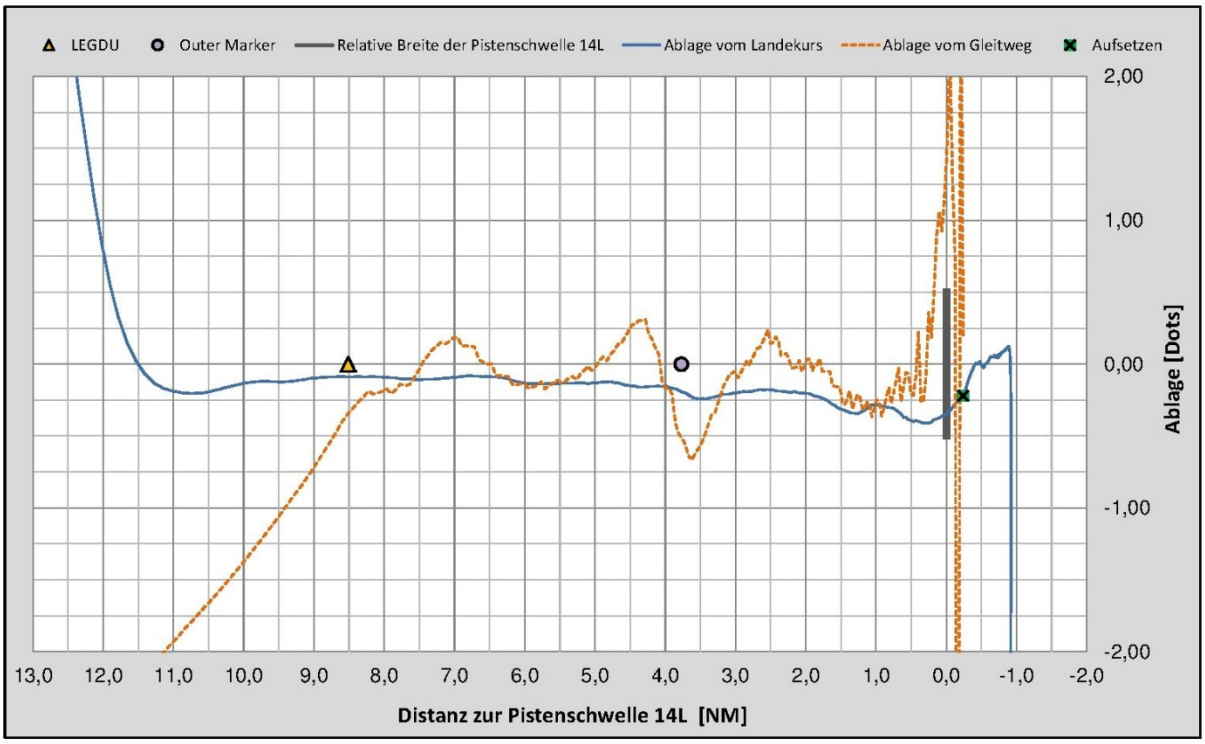


Abbildung 10: Ablage vom Landekurs und Gleitweg Quelle: FODA-Daten/BFU

Die Entscheidung des PF, den Anflug mit manueller Steuerung durchzuführen, hatte im Nachhinein betrachtet keinen negativen Einfluss auf eine sichere Flugführung.

Das Flugzeug befand sich in der erforderlichen Landekonfiguration.

Die Auswertung der QAR-Daten ergab, dass beim Passieren von 1 000 ft das Flugzeug mit einer Geschwindigkeit über Grund von ca. 135 kt flog. In den nachfolgenden 50 Sekunden ging die Geschwindigkeit über Grund um 10 kt zurück.

Die im OM-A beim Passieren dieser Höhe vorgegebenen Kriterien für den stabilisierten Anflug waren aus der Sicht der BFU hinsichtlich der Einhaltung des Flugweges erfüllt.

Eine Bestimmung der angezeigten Geschwindigkeit aus der Geschwindigkeit über Grund war durch die BFU aufgrund fehlender Daten zu verschiedenen Einflussfaktoren, wie z.B. Windverhältnisse, Abweichung von der Standardatmosphäre, usw., nicht möglich.

Eine Bewertung, ob die angezeigte Geschwindigkeit im Sinne des Kriteriums für den stabilen Anflug (+10kt, -5 kt) beim Passieren des 1 000-ft-Punktes eingehalten wurde, konnte damit nur eingeschränkt erfolgen.

Das Aufsetzen bei der Landung im normalen Bereich der Piste und auch der Umstand, dass das Flugzeug ca. 1 600 m nach der Pistenschwelle die Piste verlassen konnte, ließen eine adäquate Geschwindigkeit im kurzen Endteil und beim Aufsetzen erkennen.

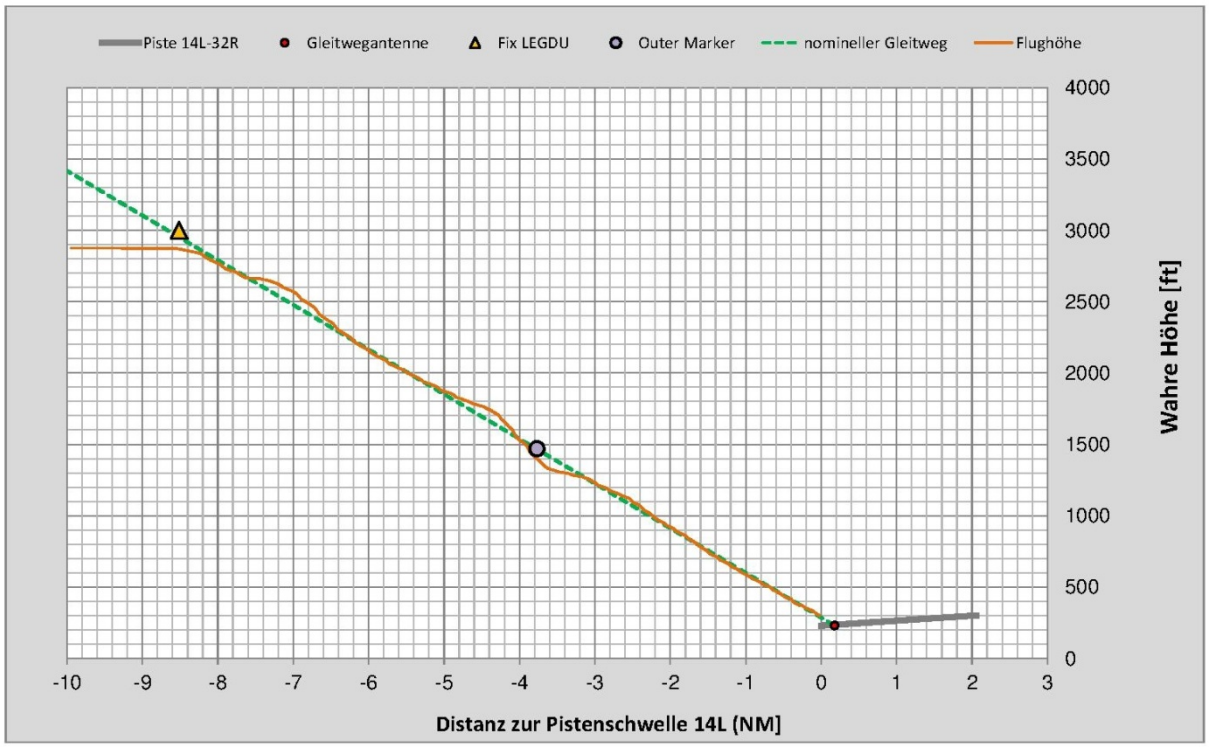


Abbildung 11: Anflug als Höhenprofil Quelle: FODA-Daten/BFU

Während des Abbremsens und Ausrollens zeigten sich keine ungewöhnlichen Kursschwankungen. Das Flugzeug wurde zunächst mit Auto Brake und dann manuell normal verzögert. Es rollte am üblichen Rollweg A3 ab.

Die Kommunikation über Sprechfunk mit der Feuerwehr erfolgte verfahrensgemäß. Der Kapitän übergab die Steuerung des Flugzeuges während des Rollens dabei vorübergehend an den Copiloten.

Die Besatzung konnte dem „Follow Me“-Fahrzeug zur Parkposition folgen. Ein Abstellen des Flugzeuges auf der für Notfallsituationen vorgesehenen Parkfläche vor der Feuerwehr wurde weder von der Besatzung noch von dem Einweiser oder der Feuerwehr für erforderlich gehalten.

2.3 Spezifische Bedingungen

2.3.1 Besatzung

Beide Piloten waren für die Durchführung des Fluges lizenziert und qualifiziert.

Der Kapitän als verantwortlicher Flugzeugführer verfügte mit einer Gesamtflugerfahrung von 8 535 Stunden, davon 7 864 Stunden auf Flugzeugen mit einer Abflugmasse von über 20 Tonnen sowie 3 107 Stunden auf dem Muster über eine hohe Flugerfahrung.

Die Flugerfahrung des Copiloten mit 720 Stunden und davon 472 auf dem Muster Airbus A319 war als niedrig zu bewerten, jedoch seinem Lebensalter und der beruflichen Laufbahn entsprechend. Er war zum Zeitpunkt des Ereignisses ein Pilot mit kompetent abgeschlossener Ausbildung für den Einsatz im Linienflugbetrieb.

Die Dienstzeit beider Piloten von neun Stunden am Ereignistag in Verbindung mit einer vorher dienstfreien Zeit von 14 Stunden war nicht außergewöhnlich und lag innerhalb der luftrechtlichen Vorgaben. Trotzdem war bei der Bewertung der Schweren Störung zu berücksichtigen, dass die Leistungs- und Reaktionsfähigkeit zum Zeitpunkt des Ereignisses aufgrund der bereits absolvierten Dienstzeit in Verbindung mit den Gegebenheiten des Winterflugbetriebs leicht vermindert gewesen sein kann. Durch die geringere Flug- und berufliche Erfahrung des Copiloten waren die an diesem Tag absolvierte Flugzeit und das dann plötzlich aufgetretene Ereignis eine größere Herausforderung.

Die Flugbegleiter waren durch das Ereignis nicht direkt betroffen, da die Geruchsentwicklung in der Kabine nicht auftrat oder wahrgenommen wurde.

2.3.2 Wettersituation

Das Wetter im Verlauf des Tages war typisch für den Winterflugbetrieb. Während in Wien eher gutes Flugwetter vorherrschte, war das Wetter im Kölner Raum am Nachmittag und am Abend durch Schneefall geprägt, sodass der Abflug in Wien sich um etwa drei Stunden verzögerte. Der Flughafen Köln-Bonn war während der Zeit am Boden in Wien aufgrund von Schnee mehrfach geschlossen. Die in Wien vor dem Abflug nach Köln wartende Besatzung war laufend über die Wetterlage und –entwicklung informiert. Nach den Beschreibungen der Besatzung ist für die BFU der Eindruck entstanden, dass es einen ständigen Austausch mit der Einsatzzentrale in Köln-Bonn gab und von keiner Seite in irgendeiner Form Druck auf die Besatzung

ausgeübt worden ist. Darüber hinaus war die Besatzung fortlaufend durch die Informationsbeschaffung über das Wetter, der Verzögerung des Starts nach Köln-Bonn sowie durch die Entscheidungsfindung und die Versorgung der wartenden Passagiere mit Informationen belastet.

Für die Landung in Köln-Bonn lag das Wetter als METAR für die Uhrzeit 21:20 Uhr vor. Die Wolkenuntergrenzen 1 bis 2/8 in 500 Fuß AGL und 5 bis 7/8 in 1 500 Fuß AGL bei Regen/Schnee und einer angegebenen Sicht von 8 km waren in Relation zu der Gesamtwettersituation während des Tages mit der Abflugverzögerung in Wien keine besondere Herausforderung für die Flugbesatzung. Auch die zum Zeitpunkt der Landung für die Piste 14L aktive Betriebsstufe CAT I deutete nicht auf außergewöhnliche Landebedingungen hin.

Mit Ausnahme von der allgemein höheren Belastung und Anspannung durch die winterliche Wettersituation hatte das Wetter keinen direkten Einfluss auf die Schwere Störung während des Anflugs auf den Verkehrsflughafen Köln-Bonn.

2.3.3 Enteisung des Flugzeugs

Eine Enteisung vor dem Abflug in Wien war aufgrund der Wetter- und Temperaturlage angemessen.

Soweit der BFU aus den Schilderungen der Piloten bekannt wurde, gab es während des Enteisungsvorganges in Wien keine Auffälligkeiten oder Zeitdruck, der einen Einfluss auf den späteren Flugverlauf hätte haben können.

2.4 Human Performance

2.4.1 Allgemeine Zusammenarbeit und Arbeitsatmosphäre

Aus den Anhörungen und den schriftlichen Erlebnisberichten der Piloten entstand für die BFU der Eindruck, dass die Aufgabenverteilung im Cockpit klar geregelt war und beide Besatzungsmitglieder als Team verantwortungsvoll und effektiv gearbeitet haben.

Der Kapitän hat seine Rolle als Vorgesetzter, Verantwortungsträger und auf dem Flugabschnitt von Wien nach Köln-Bonn als PF wahrgenommen, während der Copilot seine Aufgaben selbständig durchgeführt hat. Auch die erforderliche gegenseitige Überwachung war gegeben. So hat der Copilot vor dem Start in Wien, als wegen des

ablaufenden Slots und der anstehenden Enteisung kurzeitig eine Hektik im Cockpit aufkam in höflicher und bestimmter Form auf die Einhaltung der Reihenfolge der Checklisten hingewiesen. Der Kapitän erwähnte diese Situation gegenüber der BFU und beschrieb sie abschließend mit den Worten "... und dann waren wir wieder in der Sequenz".

Aus den Gesprächen wurde ein im Sinne des Gradienten nach Hawkins[4] optimales Autoritätsgefälle zwischen dem Kapitän und dem Copiloten deutlich. Trotz der höheren Stellung in der beruflichen Hierarchie hat der Kapitän die Meinung des Copiloten gehört und geschätzt. Anderseits hat der Copilot die berufliche Stellung und Erfahrung des Kapitäns akzeptiert.

Beide Piloten haben bestätigt, dass im Cockpit eine angenehme und entspannte Arbeitsatmosphäre herrschte. Für die Piloten war es der zweite gemeinsame Flug. Die BFU konnte aus der Befragung der Piloten entnehmen, dass die zwischenmenschliche Ebene durch Wertschätzung und gegenseitige Achtung bestimmt war.

2.4.2 Geruchsentwicklung im Cockpit und Umgang mit der Situation

Die normale und routinemäßige Aufgabenerledigung und Zusammenarbeit im Cockpit änderte sich im Queranflug auf die Piste 14L durch die Geruchsentwicklung im Cockpit. Auch wenn der Reiseflug von Wien nach Köln-Bonn für die Cockpitbesatzung routinemäßig verlaufen war, war der Anflug schon aufgrund der winterlichen Wettersituation für beide Piloten mit einer höheren Anspannung verbunden. Hinzu kam die steigende Arbeitsbelastung aufgrund der anstehenden Landung, als die Piloten eine Geruchsentwicklung bemerkten. Kurzzeitig gab es eine Phase der Unsicherheit, weil nicht ganz klar war, ob der Geruch nur vorübergehend war oder sich eventuell auch weiterentwickeln könnte. Die Nachfrage beim leitenden Flugbegleiter, ob auch in der Kabine ein Geruch wahrgenommen würde, zeigte, dass der Kapitän die Geruchsentwicklung für bedeutsam hielt und gedanklich schon mit der Lokalisierung der Geruchsquelle beschäftigt war. Die Aussage der Piloten, dass der Geruch im Cockpit für sie kurzzeitig nachzulassen schien, führte zunächst zu einer Entspannung der Situation.

Wenige Augenblicke später eskalierte die Lage im Cockpit. Die Beschreibung, dass dem Copiloten "kotzübel" geworden sei, die Arme und Beine taub geworden seien

[4] Capt. F. Hawkins, Human Factors in Flight, Ashgate Publishing, Aldershot, UK, 1987

und er nicht mehr habe klar denken können, beschrieb die Ernsthaftigkeit der Situation. Die Entscheidung, die Sauerstoffmaske aufzusetzen, war folgerichtig.

Sowohl für die Bewertung der Situation im Cockpit im Hinblick auf die Fortführung des Anfluges mit der anschließenden Landung als auch für die Ursachenfindung im Nachhinein war die Tatsache von besonderer Bedeutung, dass der Kapitän ebenfalls über massive Symptome berichtet hat. Die geschilderten Symptome, wie ein starkes Kribbeln in den Händen und Füßen, die Einschränkung des Gesichtsfeldes und ein starkes Schwindelgefühl deuteten auf eine deutliche Einschränkung seiner Leistungsfähigkeit und auf ähnliche Symptome wie beim Copiloten hin.

Von hoher Sicherheitsrelevanz war für die BFU der Hinweis auf einen eventuellen Ausfall oder zumindest eine erhebliche Leistungseinschränkung beider Piloten im Cockpit. Es war davon auszugehen, dass nicht nur die durch zwei Piloten gegebene Redundanz im Cockpit verloren gegangen sein könnte, sondern wichtige und sicherheitsrelevante Handlungen von Piloten möglicherweise nicht mehr ausführbar waren. Im Vordergrund dieser Bewertung standen insbesondere Piloten zugeordnete Handlungen, die durch technische Systeme des Flugzeuges nicht ersetzbar gewesen wären.

Da der Cockpit Voice Recorder (CVR), Videoaufnahmen oder andere Zeugen aus dem Cockpit nicht zur Verfügung standen, waren die Aussagen und Situationsbeschreibungen beider Piloten sowie die QAR-Daten für die BFU die einzigen Informationsquellen. Die Piloten haben den Schweregrad ihrer physiologischen und psychologischen Einschränkungen mithilfe einer Beschreibungs- und Entscheidungshilfe (s. Kapitel 1.2) bewertet.

Die vom Kapitän vorgenommene Einstufung "Impairment" bis "Partial Incapacitation" zeigte, dass er seine Aufgaben mit einigen und teilweise auch größeren Schwierigkeiten wahrnehmen konnte und ihm dabei auch kleinere Fehler unterliefen. Ein Beispiel dafür war, dass die Lande-Checkliste erst nach Erinnerung durch den überwachenden Piloten (PM) abgearbeitet wurde.

Der Copilot hatte die Wahrnehmung seiner Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit mit "Partial Incapacitation" beschrieben, was bedeutete, dass er seine Aufgaben nur mit großen Schwierigkeiten erledigen konnte.

Zusammenfassend kam die BFU zu dem Schluss, dass keiner der beiden Piloten vollständig ausgefallen war. Dennoch waren beide in ihrer Leistungsfähigkeit deutlich eingeschränkt. Der Copilot war schwerwiegender betroffen als der Kapitän.

Diese Bewertung wurde durch die Analyse des Flugverlaufs zwischen Eintritt des Ereignisses und Abstellen des Flugzeuges an der Parkposition bestätigt. Die Besatzung war trotz deutlicher Einschränkungen in der Lage, den Flug kontrolliert zu Ende zu führen.

2.4.3 Nutzung möglicher Ressourcen

Für die BFU ist der Eindruck entstanden, dass bis zum Eintritt des Ereignisses standardisierte Betriebsverfahren (SOPs) eingehalten wurden. Auch wurde deutlich, dass ein Crew Ressource Management (CRM) in dem Flugbetrieb des Luftfahrtunternehmens definiert war und auf dem Flug von Wien nach Köln-Bonn von der Besatzung auch gelebt wurde.

Mit dem Eintreten des Ereignisses musste die Flugbesatzung die Teamarbeit neu organisieren. Eine der Schwierigkeiten war das Erkennen der noch verbliebenen Leistungsfähigkeit des jeweils anderen Piloten. Obwohl nach dem Aufsetzen der Sauerstoffmaske eine Kommunikation möglich war und die Situation sich offensichtlich leicht verbessert hatte, war es für den Kapitän nur sehr eingeschränkt möglich, eine strukturierte Zusammenarbeit mit dem Copiloten aufrechtzuerhalten. Hinzu kam die Einschränkung seiner eigenen physiologischen und psychischen Leistungsfähigkeit.

Aus dem durch den Winterflugbetrieb mit Abflugverzögerungen begründeten bisher anspruchsvollen, aber trotzdem routinemäßig verlaufenden Flug entstand dann im Landeanflug eine Stresssituation.

Die Arbeitsaufteilung musste der Situation angepasst werden. So wurden zum Beispiel die Landeklappen durch den Kapitän als steuernden Piloten betätigt. Die überwachende Funktion des nicht steuernden Piloten (PM) konnte nur eingeschränkt wahrgenommen werden.

Bemerkenswert war die Entscheidung des Kapitäns, den Anflug und die Landung nicht automatisch, sondern manuell durchzuführen. Grundsätzlich sollte die automatisierte Flugführung eine Entlastung der Flugbesatzungen sein, was auch unter abnormalen Situationen gelten sollte.

Aus der Sicht der BFU wäre eine automatische Landung risikobehaftet gewesen, da die erforderlichen Betriebsbedingungen für das Instrumentenlandesystem, bodenseitig nicht in der Kürze der Zeit gewährleistet werden konnten.

Die Frage, ob der Anflug möglichst lange unter automatischer Flugführung und -regelung erfolgen sollte, wird durch praxiserfahrene Piloten unterschiedlich bewertet. Eine Argumentation für die möglichst lange Nutzung des Autoflight-Systems im Anflug ist auch hier die Entlastung der Flugbesatzung, insbesondere bei Ausfall eines Piloten. Die gegenteilige Auffassung wird von Piloten vertreten, die durch die manuelle Steuerung eine bessere Einflussnahme auf das Flugzeug und den zu fliegenden Flugweg sehen. Die Erfahrung der BFU zeigt, dass in dieser Frage der berufliche Werdegang und die Erfahrung eines Piloten im Hinblick auf das manuelle Fliegen eine Rolle spielt.

Ein einheitliches Training oder Festlegungen zu dieser Fragestellung durch den Flugzeughersteller und im OM des Luftfahrtunternehmens gibt es nach Feststellung der BFU nicht.

Die Entscheidung des Kapitäns, das Flugzeug nach dem Eintreten des Ereignisses manuell zu fliegen und zu landen, wird durch die BFU nicht in Frage gestellt. Die Begründung, dass die Situation ihm Angst gemacht und er den Gedanken über eine vollautomatische Landung schnell verworfen habe, da er dafür zu viele Dinge hätte beachten müssen, war nachvollziehbar.

Auch das Argument und das Gefühl des Kapitäns, dass durch seine langjährige Erfahrung die Steuerung des Flugzeuges von Hand "automatisiert" ablaufen würde, wurde bei der Bewertung der Handlungsweise durch die BFU entsprechend berücksichtigt.

Die Tatsache, dass der Anflug stabil und die Landung sicher war, zeigte bei der Betrachtung im Nachhinein, dass der Kapitän seine Möglichkeiten in dieser Situation richtig eingeschätzt hat.

Die Nutzung von Auto Brake, wodurch das Flugzeug automatisch abbremste und der Pilot erst beim Erreichen einer Geschwindigkeit von ca. 40 kt manuell bremste, war situationsgerecht und hilfreich. Somit konnte der Abrollweg A3 erreicht werden. Auch die Übergabe der Steuerung des Flugzeuges beim Rollen am Boden an den Copiloten, um mit der Feuerwehr und mit dem Flugbegleiter in der Kabine zu kommunizieren, war situationsgerecht.

Der Hinweis des Copiloten an den Kapitän nach dem Abbiegen auf Rollweg B, dass sie die nach der Landung durchzuführenden Schaltungen sowie das Einfahren der Landeklappen (after landings items) noch nicht ausgeführt hatten, wies nach Auffas-

sung der BFU auf eine noch vorhandene Arbeitsleistung des Copiloten sowie auf eine teamorientierte Zusammenarbeit hin.

Die Nutzung der neu eingerichteten Feuerwehrfrequenz für den Sprechfunk war für die BFU ebenfalls eine Bestätigung, dass die Flugbesatzung auch nach der Landung, wenn auch mit Einschränkungen, noch bewusst handeln konnte. Damit wurde auch gezeigt, dass die separate Frequenz mit direkter Verbindung zur Flughafenfeuerwehr zu einer schnelleren und verbesserten Koordinierung von Maßnahmen beiträgt.

2.5 Technische Aspekte

2.5.1 Klimasystem des Flugzeugs

Das Prinzip und die prozesstechnische Ausführung der Klimatisierung des Cockpits und der Passagierkabine des Airbus A319 ist vergleichbar mit anderen Verkehrsflugzeugen. Die konstruktive Lösung, bei der Luft am Triebwerk abgezapft und der Air Cycle Machine (ACM) zugeführt und anschließend mit einem Teil der rezirkulierten Luft gemischt wird, bedingt, dass es sich immer um technisch aufbereitete Luft handelt. Obwohl sich Verunreinigungen durch technische Fehlfunktionen nicht ausschließen lassen, darf die sichere Durchführung des Fluges nicht gefährdet sein.

Bei der Untersuchung von Ereignissen in Verbindung mit Geruchs- und Rauchentwicklungen in Verkehrsflugzeugen betrachtet die BFU grundsätzlich zwei technisch bedingte Schwerpunktbereiche:

1. Von außen in das Klimaversorgungssystem (ECS) eingebrachte Verunreinigungen, z.B. durch im Flugzeug verunreinigte Zapfluft, Leckagen oder verunreinigte Außenluft.

2. Innerhalb des Flugzeuges entstandene Verunreinigungen, z.B. Verschmutzungen, Fracht, Reinigungsmittel, Fehlbedienung (Öfen), Leckagen, giftige Stoffe aus elektrischen Geräten bei Fehlern (überhitzte Bauteile, u.a.) Ausdünstungen aus Komponenten und Bauteilen.

Da bei der Untersuchung der Schweren Störung Nachweismittel wie Luft- und Wischproben nicht zur Verfügung standen und detaillierte Prüfungen von einzelnen

Systemkomponenten nicht mehr aussagefähig waren, musste die Analyse auf theoretische Betrachtungen beschränkt bleiben.

Ein Schwerpunkt war dabei die Fragestellung, ob eine intensive nur im Cockpit und nicht in der Passagierkabine wahrgenommene Geruchsentwicklung, durch eine systemtechnische Analyse zu erklären und zu begründen sei.

Die detaillierte Betrachtung des Systems und des prozesstechnischen Ablaufs für die Aufbereitung hat die folgende Erklärung ergeben:

Eine Verunreinigung in der zugeführten Luft wäre sowohl in das Cockpit als auch in die beiden Zonen der Kabine gelangt. Aus dem Design der Mixer ergab sich, dass Verunreinigungen in der Luft aus Pack 2 erst verzögert und in reduzierter Konzentration ins Cockpit gelangt wären. Da der Geruch aber zuerst im Cockpit wahrgenommen wurde, konnte eine Verunreinigung im Luftstrom aus dem Pack 2 ausgeschlossen werden.

Mögliche Verunreinigungen in der Luft aus Pack 1 wären dem Cockpit und der Kabine zugeleitet worden.

Trotz der systembedingt höheren Konzentration der Luft aus Pack 1 im Cockpit, war wenig wahrscheinlich, dass eine Verunreinigung im Luftstrom aus diesem Pack in der vorderen Kabine nicht wahrgenommen worden wäre, wogegen im Cockpit sehr schnell eine hohe Geruchsbelastung erkannt werden konnte. Insbesondere auch deshalb, da sich in der Kabine viele Personen befanden und damit die Vielfalt der Möglichkeiten der Wahrnehmung größer war.

Die von der Besatzung gewählte Temperatureinstellung und damit die Größe der verwendeten Trimmluft konnte nicht mehr bestimmt werden. Ebenfalls blieb unbekannt, aus welchem Triebwerk zu diesem Zeitpunkt Luft in das Hot Manifold gekommen war. Der Einfluss der Trimmluft ist aber grundsätzlich aufgrund des geringen Anteils am Gesamtvolumenstrom eher gering.

Die durch diese Systemkonzeption bestimmten Auswirkungen auf mögliche Beeinflussungsfaktoren der möglichen Luftverunreinigung wurden eingehend diskutiert und im Kapitel 2.6.3 beschrieben.

Die BFU hat aufgrund der zeitlichen Verzögerung zwischen dem Ereignis und der Untersuchung auf Geruchsproben durch die beteiligten Piloten verzichtet.

Wenn auch nicht im Nachhinein feststellbar, hat es aber sehr wahrscheinlich einen im Innenbereich des Flugzeuges, vermutlich im Cockpit entstandenen Geruch, gegeben.

2.5.2 Feststellungen am Flugzeug und an der Instandhaltung

Die BFU hat keine Feststellungen am Flugzeug gemacht, die eine Erklärung für die Geruchsentwicklung sein könnten. Sowohl technische Untersuchungen durch das Luftfahrtunternehmen unmittelbar nach dem Ereignis als auch eine eingehende Prüfung der Instandhaltungsunterlagen durch die BFU haben keine Hinweise auf eine mögliche Ursache für die Geruchsentwicklung ergeben.

Da kein konkreter Fehlerfall festgestellt werden konnte und das Ereignis auch nur einmalig auftrat, konnte eine Verunreinigung durch eine Fehlfunktion innerhalb des ECS bzw. der verbundenen Systeme mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Es gab für die BFU keine Hinweise auf einen direkten Zusammenhang zu dem Ereignis am 27. Mai 2008, das von der Air Accident Investigation Unit in Irland untersucht worden war. Ein wesentlicher Unterschied war, dass bei dem Ereignis in Irland Passagiere und Flugbegleiter in der Kabine des Flugzeuges über Unwohlsein und Einschränkungen in der Sinneswahrnehmung geklagt hatten. Die Besatzung im Cockpit hatte zwar vorsichtshalber die Sauerstoffmasken aufgesetzt, aber keine wesentlichen Symptome gespürt.

2.6 Bewertung möglicher Beeinflussungsfaktoren

2.6.1 Aerotoxisches Syndrom

Unter dem Begriff aerotoxisches Syndrom werden mögliche Gesundheitsschädigungen diskutiert, die durch Verunreinigung der Atemluft in der Kabine und im Cockpit von Flugzeugen ausgelöst werden 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 pyrolisiertem 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 Agentien, 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.

Ein Auftreten des Orthoismers TCP während des Landeanfluges auf den Verkehrsflughafen Köln-Bonn am 19.12.2010 konnte nicht nachgewiesen werden.

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

2.6.2 Differentialdiagnostische Diskussion

Da der BFU beweisbare Daten über die Zusammensetzung der Kabinenluft während des Landeanfluges nicht vorlagen, wurden im Rahmen der Untersuchung verschiedene Möglichkeiten einer Kontamination der Kabinenluft im Ausschlussverfahren diskutiert.

Die im Gutachten der Abteilung Rechtsmedizin und Flugunfallmedizin des Flugmedizinische Instituts der Luftwaffe beschriebenen differentialdiagnostischen Überlegungen wurden durch die BFU in einer Gesamtbetrachtung aller bekannten Fakten und Randbedingungen wie folgt bewertet:

- Akute Kohlenmonoxid-Exposition (CO)
- Sauerstoffmangel
- Beimischung von Insektiziden

- Inhalation von Enteisungsmitteln
- Noxen über Nahrung oder Getränke
- Kardiologische Grunderkrankung

Akute Kohlenmonoxid-Exposition (CO)

Laut Gutachten hätte eine akute Kohlenmonoxid-Exposition schon für sich allein zu ähnlichen Symptomen, wie Übelkeit, Benommenheit, Schläfrigkeit, Kopfschmerzen und neurologischen Ausfällen führen können. Da, soweit der BFU bekannt, Angaben über eine zeitnahe Bestimmung des CO-Gehaltes im Blut der beiden Piloten nicht vorlagen, konnte ein solcher Hintergrund für das Auslösen des Ereignisses generell nicht ausgeschlossen werden. Eine Nachweisführung war nicht mehr möglich.

Eine Betrachtung der technischen Auslegung des Kabinenluftsystems des Airbus A319 hat gezeigt, dass eine Kontamination des Cockpits mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann, weil die Luft in der sonstigen Flugzeugkabine keine Verunreinigungen zeigte und es bei den Fluggästen keine Symptome gab.

Im Hinblick auf eine mögliche Kohlenmonoxid-Exposition wurde auch das Ereignis am 27. Mai 2008 nach dem Start in Dublin (Irland) mit in Betrachtung gezogen. Das Ereignis wurde durch die irische Untersuchungsbehörde in Zusammenarbeit mit dem Flugzeughersteller und dem Luftfahrtunternehmen intensiv untersucht, ohne dass eine Ursache festgestellt werden konnte.

Sauerstoffmangel

Das im Gutachten beschriebene Szenario, wonach Sauerstoffmangel als alleiniger Auslöser für Symptome wie Benommenheit, Schwäche, Kraftlosigkeit und Kopfschmerzen infrage kommen könnte, ließ sich prinzipiell nicht gänzlich ausschließen. Auch hier könnten unter Umständen Parallelen zu dem Ereignis in Dublin gesehen werden.

Angesichts der Tatsache, dass die Piloten über einen Zeitbereich von ca. sechs Minuten vor der Landung über die Sauerstoffmasken reinen Sauerstoff eingeatmet haben, ist ein Messwert von 80% oder weniger, an den die Piloten sich erinnern, jedoch nicht plausibel.

Auch die noch verbliebene Leistungsfähigkeit beider Piloten spricht aus medizinischer Sicht nicht für einen Wert im Bereich von 80%.

Beimischung von Pestiziden

Die im Gutachten angesprochene Möglichkeit einer Beimischung von Pestiziden, wie sie auch bei der Reinigung von Flugzeugen Verwendung finden, wird ausgeschlossen. Das Luftfahrtunternehmen hat der BFU bestätigt, dass eine Flugzeugreinigung mit Desinfektion unter Verwendung von Pestiziden in den Monaten vor dem Ereignis nicht erfolgt ist.

Dabei würde sich ohnehin die Frage stellen, warum das Problem nur im Cockpit und nicht im Fluggastraum auftreten konnte.

Inhalation von Enteisungsmitteln

Nach der Landung des Flugzeuges wurde von Mitarbeitern des Luftfahrtunternehmens auf eine mögliche Geruchsentwicklung durch Enteisungsmittel hingewiesen. Diese These wurde später auch vom Luftfahrtunternehmen mit einer Presseinformation kommuniziert.

Auch wenn die Problematik des Verdampfens von Resten von Enteisungsmitteln über die am Triebwerk abgezapfte Luft und Verteilung im ECS gelegentlich vorkommt, hält die BFU dieses Szenario in diesem Fall für wenig wahrscheinlich. Beide Piloten haben ausgesagt, dass sie den Geruch kennen würden und dieser hier nicht aufgetreten sei.

Gestützt wurde die Auffassung der BFU durch das medizinische Gutachten. Die nach dem Vorfall vielfach angesprochene Möglichkeit der Inhalation von Resten des Enteisungsmittels wurde in dem Gutachten eher ausgeschlossen, weil diese Art der Kontamination initial unter anderem zur Irritation der Atemwege und zu Kopfschmerzen führen würde. Diese Symptome wurden von beiden Piloten nicht geschildert.

Eine toxische Wirkung, die die extrem erhöhten Blutwerte des Copiloten erklären würden, sind der BFU nicht bekannt. Dennoch hält die BFU eine Analyse von Enteisungsmitteln hinsichtlich möglicher toxischer Wirkung für angebracht.

Nach dem Sicherheitsdatenblatt (Safety Data Sheet) für Flugzeugenteisungsmittel gemäß Verordnungen (EG) Nr. 1907/2006 und 453/2010 sollte das Gemisch nicht toxisch sein.

Es würde sich auch hier die Frage stellen, warum der Geruch nur im Cockpit und nicht in der Passagierkabine wahrgenommen wurde.

Noxen über Nahrung oder Getränke

Im Gutachten wurden Noxen über Nahrung oder Getränke, zum Beispiel durch eine Lebensmittelvergiftung, angesprochen, konnten aber aufgrund fehlender weiterer Informationen nicht beurteilt werden. Die BFU sah aufgrund der Befragung der Besatzungsmitglieder keinen Grund, dieses Szenario zu vertiefen.

Kardiologische Grunderkrankung

Eine kardiologische Grunderkrankung wurde im Gutachten als Grund für die Symptome prinzipiell nicht ausgeschlossen, aber aufgrund fehlender kardiologischer Grunddaten nicht bewertet.

Die BFU hält einen kardiologischen Grund für nicht wahrscheinlich, da beide Piloten ihre medizinische Flugtauglichkeit regelmäßig nachgewiesen haben und auch beide Piloten während des Anflugs beeinträchtigt waren.

2.6.3 Bewertung weiterer systembedingter Beeinflussungsfaktoren

Weitere mögliche Beeinflussungsfaktoren, die nicht im Zusammenhang mit dem medizinischen Gutachten standen, wurden aus der systemtechnischen Sicht der Luft- und Klimaaufbereitung im Flugzeug betrachtet. Dazu gehörten:

- Öl-Leckagen in einem Triebwerk oder der APU
- Öl-Leckagen aus dem Hydrauliksystem
- Zufuhr von bereits verunreinigter Luft aus der Atmosphäre
- Verunreinigungen der Luft durch Fracht oder Gepäckstücke
- Geruchsentwicklung durch fehlerhafte elektrische Bordsysteme
- Leckage im Rain Repellent System
- Andere endogene Beeinflussungsfaktoren

Öl-Leckagen in einem Triebwerk oder der APU

Öl-Leckagen in einem Triebwerk oder der APU waren grundsätzlich nicht auszuschließen. Es hätte dabei auch zu einer Kontamination der Luft im Cockpit oder im Passagierraum des Flugzeuges kommen können.

Im konkreten Fall gab es jedoch keine Hinweise auf diese Art der Kontamination. Beide Piloten haben von einem Geruch berichtet, der nicht mit Öl-Geruch in Übereinstimmung zu bringen war. Es gab auch keine Anzeichen für einen Öl-Dampf.

Darüber hinaus wäre aufgrund der systemtechnischen Konzeption der Luftverteilung im Flugzeug der Geruch in diesem Fall auch in dem Passagierraum wahrgenommen worden.

Ein weiterer Ausschlussgrund war für die BFU das Ergebnis des medizinischen Gutachtens. Für die Annahme eines so genannten aerotoxischen Syndroms gab es keine Begründung.

Öl-Leckagen aus dem Hydrauliksystem

Auch Störungen dieser Art waren grundsätzlich in Betracht zu ziehen.

Zwar hätte die beim Weekly Check am 20.12.2010 festgestellte Überfüllung der Hydraulikreservoire beim Vorliegen weiterer Fehler im System zu einem Eintritt von Hydraulikflüssigkeit in das Zapfluftsystem des Flugzeugs führen können, dies hätte aber zu einem beißend ätzenden Geruch geführt, welcher auch hier aufgrund der systemtechnischen Konzeption der Luftverteilung im Flugzeug auch im Passagierraum hätte wahrgenommen werden müssen. Gleiches gilt für Leckagen der Hydraulikanlage innerhalb der Druckzelle.

Zufuhr von bereits verunreinigter Luft aus der Atmosphäre

Der Anflugweg für den Landeanflug auf die Piste 14L des Verkehrsflughafens Köln-Bonn führte an Anlagen der chemischen Industrie vorbei. Damit konnte grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden, dass sich Ansammlungen von Substanzen in der durchflogenen Luftmasse befanden, die über das ECS in den Innenraum des Flugzeuges gelangten.

Das Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen konnte auf Anfrage der BFU dazu keine verwertbare Auskunft geben.

Die BFU hält eine derartige Kontamination dennoch für wenig wahrscheinlich, da der Geruch nur im Cockpit und nicht im Passagierraum wahrgenommen wurde. Aufgrund der systemtechnischen Konzeption der Luftverteilung im Flugzeug wäre der Geruch in diesem Fall auch in dem Passagierraum wahrgenommen worden.

Verunreinigungen der Luft durch Fracht oder Gepäckstücke

Durch das ECS können in der Kabinenluft vorhandene Verunreinigungen von ihrem Ursprungsort in der Kabine verteilt werden. Da das vordere Cargo Compartment beim fraglichen Flug nach den zur Verfügung gestellten Unterlagen leer war, kann eine Verunreinigung durch Fracht in diesem Bereich ausgeschlossen werden. Die Inhalte des hinteren Cargo Compartments und der Overhead Bins konnten nicht ermittelt werden, sodass diese Räume nicht gänzlich als Geruchsquelle ausgeschlossen werden können. Allerdings ist es aufgrund der Luftführung sehr unwahrscheinlich, dass Gerüche die dort ihre Ursache haben nicht in der Kabine, jedoch aber im Cockpit bemerkt wurden.

Geruchsentwicklung durch fehlerhafte elektrische Bordsysteme

Die Feststellungen am Flugzeug und die Bewertung der aufgezeichneten Instandhaltungsmaßnahmen haben keinen Hinweis auf eine Geruchsentwicklung durch ein elektrisches System oder durch ein verschmortes elektrisches Kabel gegeben.

Gänzlich auszuschließen war eine derartige Verunreinigung der Luft im Cockpit oder eine lokale Geruchsentwicklung aufgrund eines elektrischen Fehlers nicht. Der BFU sind Fälle bekannt, bei denen beispielsweise ein Tantal-Kondensator einen intensiven Geruch entwickelt hat. Es handelte sich um eine kurzzeitige extrem unangenehme Geruchsentwicklung, die die Besatzung zum Aufsetzen der Sauerstoffmasken zwang. Eine Ursachenermittlung wurde durch die Tatsache erschwert, dass diese Tantal-Kondensatoren in den elektronischen Geräten häufig lediglich eine Pufferfunktion in der Stromversorgung haben. Trotz eines defekten Bauteils sind die Elektroniksysteme noch voll funktionsfähig, sodass der "abgebrannte" Tantal-Kondensator nur schwer zu identifizieren wäre.

Leckage im Rain Repellent System

Eine Leckage im als Regenwasserabweiser vorgesehenen System hält die BFU für nicht sehr wahrscheinlich.

Weil Komponenten des Systems im Cockpitbereich installiert waren, wäre eine Geruchsentwicklung mit einem Ausströmen der Flüssigkeit verbunden gewesen. Eine Leckage wurde weder bei der Instandhaltung noch bei späteren Flügen festgestellt.

Darüber hinaus stimmte auch die Geruchsbeschreibung nicht mit dem vom Hersteller angegebenen kiefernartigen (pine scented) Geruch überein. Im Sicherheitsdatenblatt wurde die Flüssigkeit als ungefährlich eingestuft. Bei hoher Konzentration durch Einatmen waren laut Herstellerangaben beim Menschen Reizungen, Unwohlsein und Atemnot angegeben. Beide Piloten haben bestätigt, dass sie keine Reizungen über die Atemwege oder eine akute Atemnot gespürt hatten.

Andere endogene Beeinflussungsfaktoren

Für die Verunreinigung der Cockpit- und Kabinenluft durch weitere endogene Faktoren hätten folgende Verursacher infrage kommen können:

- Öfen der Bordküche
- unangemessene oder übertriebene Verwendung von Trockeneis (CO_2)
- eine Leckage und auch unzulässiges Vermischen von Desinfektionsflüssigkeiten in der Toilette
- verschüttete Toilettenflüssigkeit
- verschüttete Flüssigkeiten
- Ausdünstungen von Lebewesen

2.6.4 Physiologische und psychologische Wirkungen von Gerüchen

Die BFU geht davon aus, dass es im Cockpit zu einer heftigen Geruchsentwicklung kam, die in der Passagierkabine nicht wahrnehmbar war. Die Bestätigung beider Piloten, dass sie keine Rauchentwicklung gesehen und auch keine Symptome in Form von Atemnot wahrgenommen hätten, begründete die Schlussfolgerung: Der Auslöser war somit ein exzessiver Geruch.

Es kamen bei den Befragungen der beteiligten Personen im Verlauf der Untersuchung für die BFU keine Zweifel auf, dass beide Flugzeugführer sehr deutliche physiologische und psychologische Reaktionen gezeigt haben. Obwohl beide Piloten sich in ihrer Leistungsfähigkeit deutlich eingeschränkt fühlten, konnten sie das Flugzeug sicher zur Landung führen.

Medizinische Gutachten zeigten keinen Hinweis auf eine Vergiftung. Da der extrem erhöhte Anstieg des muskulären CK im Blut von einem der Piloten und eine über Wochen anhaltende Muskelschwäche gutachterlich auf eine exzessive sportliche Betätigung zurückgeführt wurden, geht die BFU davon aus, dass kein Zusammenhang mit dem Ereignis während des Landeanfluges bestanden hat.

Wie in der Literatur[5] beschrieben und im Kapitel 1.18.2 faktenmäßig dargestellt, kann es möglich sein, dass es bei dem Ereignis ausgeprägte physiologische und psychologische Reaktionen gegeben hat. Der Beweis hierfür ist jedoch nicht gegeben.

Für die BFU scheint es plausibel, dass durch eine heftige Geruchsentwicklung bei beiden Piloten physiologische Stressreaktionen, wie Krampf oder Verengung der peripheren Blutgefäße hervorgerufen wurden. Das bedeutete, der Organismus wurde durch "Alarmsignale" aktiviert.

Noch bedeutender waren nach Auffassung der BFU die psychologischen Wirkungen. Die im Landeanflug ohnehin bestehende Stresssituation wurde durch den starken, unangenehmen und belästigend wirkenden Geruch deutlich verstärkt. Möglicherweise wurde der Geruch als Signal der Bedrohung aufgefasst, wodurch eine massive Sorge und Angst ausgelöst werden konnte.

Durch die bekannte Diskussion über möglicherweise kontaminierte Kabinenluft im Flugzeug in Verbindung mit TCP und der möglichen Folge von neurologischen Ausfällen kann das Signal der Bedrohung sogar verstärkt worden sein.

Diese Bewertung bezieht sich auf die Feststellungen dieser Untersuchung. Sie sollte nicht verallgemeinert Anwendung bei der Bewertung anderer Ereignisse in Verbindung mit möglicherweise kontaminierter Kabinenluft finden.

Gleichwohl soll auf die allgemein gültige Erkenntnis hingewiesen werden, dass Gerüche tatsächlich gesundheitsbeeinträchtigende Wirkung haben können, ohne toxisch zu sein.

[5] UmweltWissen, Bayerisches Landesamt für Umwelt 2005

Letztendlich stellte sich die Frage, warum beide Piloten betroffen waren. Eine beweisbare Antwort kann auf diese Frage nicht gegeben werden. Die BFU sah hier lediglich zwei Szenarien. Es bleibt zu berücksichtigen, dass solche Szenarien mögliche Erklärungen sind, die aber im Einzelfall nicht bewiesen sind.

Szenario I:

Die heftige Geruchsentwicklung im Cockpit hat bei den Piloten zu Reaktionen geführt, die beim Copiloten aufgrund seiner geringeren Berufs- und Flugerfahrung sowie seiner "Vorbelastung" mit Muskelschmerzen durch die sportlichen Aktivitäten ausgeprägter war.

Der Kapitän befand sich ebenfalls in einer bedrohlich wirkenden Situation, konnte aber aufgrund seiner mehrjährigen fliegerischen Erfahrung die Auswirkungen begrenzen.

Szenario II:

Beim Copiloten sind die Symptome in einer allgemeinen Stresssituation während des Landeanfluges zuerst "ausgebrochen".

Der Kapitän hat die heftigen Auswirkungen der Symptome bei dem Copiloten erkannt und wurde dadurch psychisch so stark belastet, dass auch er in eine Symptomatik geriet.

Auch wenn für keines der oben geschilderten Szenarien letztendlich ein Nachweis erbracht werden konnte, ist für die BFU deutlich geworden, dass bei beiden Piloten eine Gesundheitsgefährdung entstanden war.

2.7 Sicherheitsmechanismen

2.7.1 Sauerstoffmasken

Die Untersuchung zeigte, dass beide Piloten durch eine heftige und unangenehme Geruchsentwicklung im Cockpit in eine ernst zu nehmende Situation mit einer Gesundheitsgefährdung und Gefährdung der Flugsicherheit geraten waren.

Die bedeutendste Handlung, um den Landeanflug unter diesen Voraussetzungen sicher zu Ende führen zu können, war das Aufsetzen der Sauerstoffmasken.

Die Entscheidung des Copiloten, nach dem Feststellen des üblen Geruchs und dem Erkennen der ersten Symptome unmittelbar zur Sauerstoffmaske zu greifen und diese aufzusetzen, war auch aus der Sicht im Nachhinein äußerst wichtig.

Gleiches gilt für den Kapitän, der sich zunächst nicht so extrem betroffen fühlte, dann aber nach dem Eintreten der ersten Symptome, auch die Sauerstoffmaske aufsetzte.

Die Untersuchung hat verdeutlicht, dass es sich sehr wahrscheinlich um eine heftige Geruchsentwicklung und nicht um Rauchentwicklung gehandelt hat. Um eine saubere, geruchslose Umgebung mit "sicherer" Atemluft zu haben, war der Einsatz der Sauerstoffmaske ein wichtiger Sicherheitsfaktor. Auch die psychologische Wirkung, durch die Maske eine isolierte und "saubere" Umgebung für die Atmung zu haben, hat sehr wahrscheinlich zu einer Verbesserung der Situation beigetragen.

2.7.2 Checklisten und Training

Die vom Flugzeughersteller herausgegebenen und von dem Luftfahrtunternehmen eingesetzten Checklisten "SMOKE/FUMES/ANCS SMOKE" waren nach Auffassung der BFU sinnvoll und geeignet. Die Flugbesatzung hat die Checklisten situationsbedingt und aus Zeitgründen nicht konsequent abgearbeitet, sie war aber auf die Handlungen nach den Checklisten trainiert.

Das routinemäßige Trainieren von Rauch- und Geruchssituationen durch Szenarien im Flugsimulator hat bei der Flugbesatzung zu einer zeit- und sachgerechten Entscheidung für den Einsatz der Sauerstoffmasken beigetragen.

2.7.3 Safety Gate (1 000 ft)

Für die Entscheidungsfindung, den Landeanflug fortzusetzen oder abzubrechen, sind im OM-A Kriterien festgelegt, die Parameter für einen stabilisierten Anflug beschreiben.

Auch wenn aus heutiger Sicht die Entscheidung zum Durchstarten nicht zwangsläufig hätte getroffen werden müssen, bleibt festzustellen, dass der Kapitän sich bereits vor Erreichen des 1 000 ft Safety Gates bewusst entschieden hat, diesen Sicherheitsmechanismus außer Kraft zu setzen.

Für die BFU bestätigt diese Entscheidung, dass die Situation aufgrund der Wahrnehmung gesundheitlicher Einschränkungen für die Flugbesatzung bedrohlich wirkte.

Die Entscheidung zur Fortsetzung des Anflugs war situationsgerecht. Dennoch ist das Safety Gate ein bedeutender Sicherheitsmechanismus.

2.8 Organisatorische Aspekte

2.8.1 Meldevorgang

Das Ereignis ist der BFU zeitgerecht bekannt geworden. Das Eintreffen des eingesetzten BFU-Beauftragten nach ca. 25 Minuten gab nicht mehr die Möglichkeit, alle vergänglichen Spuren in Verbindung mit einer möglichen Rauch- oder Geruchsentwicklung sowie alle Ereignisse und Abläufe nach der Landung selbst und direkt zu erfassen. Dennoch hatte er die Möglichkeit, die Flugzeugbesatzung und andere Zeugen zu befragen.

Der BFU-Beauftragte hat durch die Befragung des Kapitäns die während des Anflugs möglicherweise aufgetretene körperliche Einschränkung der Besatzung nicht erkannt. Die Befragung reduzierte sich im Wesentlichen auf den augenblicklichen Gesundheitszustand, d. h. ca. 20 bis 30 Minuten nach der Landung. Auch dadurch, dass die Landung für den BFU-Beauftragten offensichtlich glatt verlaufen war und das Flugzeug nicht auf der dafür vorgesehenen Notfallposition geparkt war, wurde die vor der Landung entstandene Notfallsituation zu diesem Zeitpunkt nicht ausreichend wahrgenommen.

Aufgrund der Einschätzung der Situation nach der Schilderung des Kapitäns hat der BFU-Beauftragte keinen Anlass gesehen, den Copiloten im Rettungswagen aufzusuchen und sich über den Gesundheitszustand und Hergang zu erkundigen. Aufgrund der Erfahrung mit anderen so genannten “Fume/Smoke Events“ war es für den BFU-Beauftragten keine besondere Situation, dass die Besatzung vorsorglich im Rettungswagen behandelt und zur Blutabnahme und weiteren Diagnostik in ein Krankenhaus transportiert wurde. Ein direktes Ansprechen und eine Befragung des Copiloten hätte eventuell bei dem BFU-Beauftragten ein anderes Bild über den Ablauf und die Gesundheitssituation ergeben.

Die Darstellung des Ereignisses durch den Kapitän in der §-5-Meldung nach der LuftVO war für den BFU-Beauftragten plausibel und ausreichend. Mit der Annahme,

dass die Meldung an die BFU gefaxt worden sei, sah der BFU-Beauftragte seine Informationspflicht als erfüllt an.

Für den Untersucher vom Dienst bei der BFU in Braunschweig gab es aufgrund der Informationslage am Abend des Ereignisses keinen Anlass für die Einleitung anderer oder sofortiger Maßnahmen.

Die Rückfrage beim Luftfahrtunternehmen am nächsten Morgen war routinemäßig. Die Information des Luftfahrtunternehmens, wonach es sich nicht um Rauch, sondern um Geruch gehandelt habe, war in Verbindung mit der Aussage, dass die Besatzung aus dem Krankenhaus entlassen worden sei, eine plausible Entscheidungsgrundlage, keine weiteren Aktivitäten zu initiieren. Auch der Hinweis auf eine mögliche Kontamination durch Rückstände von Enteisungsflüssigkeit sowie die Ankündigung eines Berichts der Instandhaltung bekräftigte diese Entscheidung.

Durch den Inhalt der §-5-Meldung im Laufe des Vormittags ergab sich für den Untersucher vom Dienst auch kein Hinweis auf eine zu klärende Situation. Lediglich die Frage, ob die Benutzung der Sauerstoffmasken vorsorglich erfolgte oder zwingend notwendig war, hätte durch den Untersucher vom Dienst adressiert werden können. Im letzteren Fall wäre es ein Entscheidungskriterium für eine Schwere Störung gewesen.

Kleinere Unterschiede zeigten sich in der Beschreibung des Ereignisses in der vom Luftfahrtunternehmen geschickten Online-Meldung im Vergleich zu der Beschreibung in der §-5-Meldung des Kapitäns. Während in der Meldung des Unternehmens beim Copiloten von einem sehr starken Unwohlsein und beim Kapitän von Beeinträchtigung der Wahrnehmung berichtet wurde, litten beide Piloten nach der Beschreibung in der §-5-Meldung unter starken körperlichen Auswirkungen in Form von Übelkeit und Schwindelgefühlen.

Ungewöhnlich war die Tatsache, dass die Schwere des Ereignisses erst ca. ein Jahr später durch für die BFU neue Informationen bekannt wurde. Aufgrund der daraufhin durchgeführten Befragung der Flugbesatzung ergab sich für die BFU eine Faktenlage, die die Einleitung einer Untersuchung auch noch nach einem Jahr erforderlich machte. Auch die erneute Befragung der Piloten nach Veröffentlichung des Zwischenberichtes durch die BFU gab keinen Anlass, von einer weiteren Untersuchung abzusehen. Wesentliche Fakten wurden durch beide Piloten bestätigt.

2.8.2 Informationsfluss vertraulicher Informationen

Befremdlich war für die BFU die Verbreitung der „Erlebnisbeschreibung“ der Piloten. Beide Piloten haben der BFU erklärt, dass dieser Bericht nur für eine interne Nutzung innerhalb der Flugsicherheitsabteilung des Unternehmens bzw. für die BFU gedacht gewesen sei. Andere Abteilungen, Organisationen und Medien hätten diese Berichte nicht haben sollen. Sowohl im Sinne der Förderung einer erfolgreichen Flugsicherheitsarbeit als auch im Sinne des Just-Culture-Aspektes hat die praktizierte Form der Verbreitung des Berichts erheblichen Schaden angerichtet. Die BFU hält diese Art der Kommunikation eines Ereignisses für kontraproduktiv, da hierbei von Flugzeugbesatzungen berichtete Wahrnehmungen nicht im Gesamtzusammenhang des Geschehens gesehen und bewertet werden, als auch sensible und damit unter Umständen schützenswerte Informationen von Piloten oder Zeugen unkontrolliert verbreitet werden.

3. Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

- Das Flugzeug war ordnungsgemäß für den Verkehr zugelassen und nach den geltenden Vorschriften instand gehalten.
- Der Kapitän und der Copilot waren für die Durchführung des Fluges lizenziert und qualifiziert.
- Die Tauglichkeitszeugnisse der Besatzungsmitglieder waren gültig.
- Das Flugzeug wurde vor dem Start in Wien enteist.
- Während des Anfluges auf den Verkehrsflughafen Köln-Bonn kam es zunächst zu einer leichten und dann zu einer starken Geruchsbildung im Cockpit.
- Der Geruch war mit deutlichen Symptomen bei beiden Piloten verbunden.
- Beide Piloten waren in ihrer Leistungsfähigkeit eingeschränkt.
- Die Piloten sahen sich gezwungen, ihre Sauerstoffmasken aufzusetzen und aufgrund einer Einschränkung ihres physischen und psychischen Leistungsvermögens Luftnotlage zu erklären.

- Das Aufsetzen der Sauerstoffmasken war erforderlich.
- Der für den Landeanflug auf die Piste 14L durch das Instrumentenlandesystem vorgegebene Landekurs und Gleitweg wurden eingehalten.
- Das Flugzeug befand sich in der erforderlichen Landekonfiguration.
- Der Landeanflug und die Landung wurden mit manueller Steuerung durch den Kapitän, der als steuernder Pilot eingeteilt war, durchgeführt.
- Der Kapitän hat das 1 000 ft Safety Gate vor Erreichen dieses Punktes außer Kraft gesetzt.
- Das Flugzeug befand sich in einem kontrollierten Flugzustand und war während des Anfluges und der Landung unter der Kontrolle der Besatzung.
- Das Aufsetzen erfolgte innerhalb des vorgeschriebenen Abstands von der Landebahnschwelle.
- Passagiere und Flugbegleiter haben keine Geruchsbelästigung wahrgenommen. Sie konnten das Flugzeug über die Fluggastreppe normal verlassen.
- Nach dem Abstellen des Flugzeuges wurde der Copilot mit Unterstützung der Rettungssanitäter aus dem Flugzeug gebracht. Der Kapitän konnte das Flugzeug ohne weitere Hilfe verlassen.
- Beide Piloten wurden im Rettungswagen medizinisch versorgt und in ein örtliches Krankhaus gefahren.
- Beide Piloten wurden im Krankhaus ambulant versorgt.
- Bei dem Copiloten war der Blutwert CK exorbitant hoch. Die Blutgasanalyse war unauffällig.
- Der Kapitän war nach vier Tagen, der Copilot nach etwa einem halben Jahr wieder flugdiensttauglich.
- Die Geruchsentwicklung ist sehr wahrscheinlich im Innenraum des Flugzeuges entstanden und nicht von außen gekommen.

Die BFU hält folgende Szenarien für unwahrscheinlich:

- eine Fehlfunktion des ECS
- Öl-Leckage in einem Triebwerk oder der APU, die zu einer Kontamination der Luft im Cockpit geführt haben
- Öl-Leckagen im Hydrauliksystem, die zu einer Kontamination der Luft im Cockpit geführt haben
- eine Verunreinigung der Luft im Cockpit durch Öldämpfe mit Freisetzung des Orthoismers TCP
- eine Zufuhr von bereits verunreinigter Luft aus der Atmosphäre
- eine Verunreinigung der Luft durch Fracht oder Gepäckstücke
- eine Verunreinigung der Luft im Cockpit durch Insektizide
- eine Geruchsentwicklung verbunden mit der gesundheitlichen Einschränkung durch Enteisungsmittel
- eine Leckage im Rain Repellent System
- eine Kontamination des Cockpits durch Kohlenmonoxid
- eine Verwendung von Trockeneis
- Noxen über Nahrung oder Getränke
- eine kardiologische Grunderkrankung

Die BFU schließt folgendes Szenario nicht gänzlich aus:

- eine Geruchsentwicklung durch fehlerhafte elektrische oder elektronische Bordsysteme

3.2 Ursachen

Die im Landeanflug aufgetretenen gesundheitlichen Beeinträchtigungen der Cockpitbesatzung, verbunden mit einer deutlichen Einschränkung der Leistungsfähigkeit beider Piloten, waren sehr wahrscheinlich auf folgende Ursache zurückzuführen:

- eine massive Geruchsentwicklung im Cockpitbereich, deren Entstehung und Verteilung nicht ermittelt werden konnte

Beigetragen haben können:

- physiologische und psychologische Wirkungen der Gerüche auf beide Besatzungsmitglieder

4. Sicherheitsempfehlungen

Es wurde keine Sicherheitsempfehlung herausgegeben.

Braunschweig, 25. November 2013

Untersuchungsführer: Johann Reuß

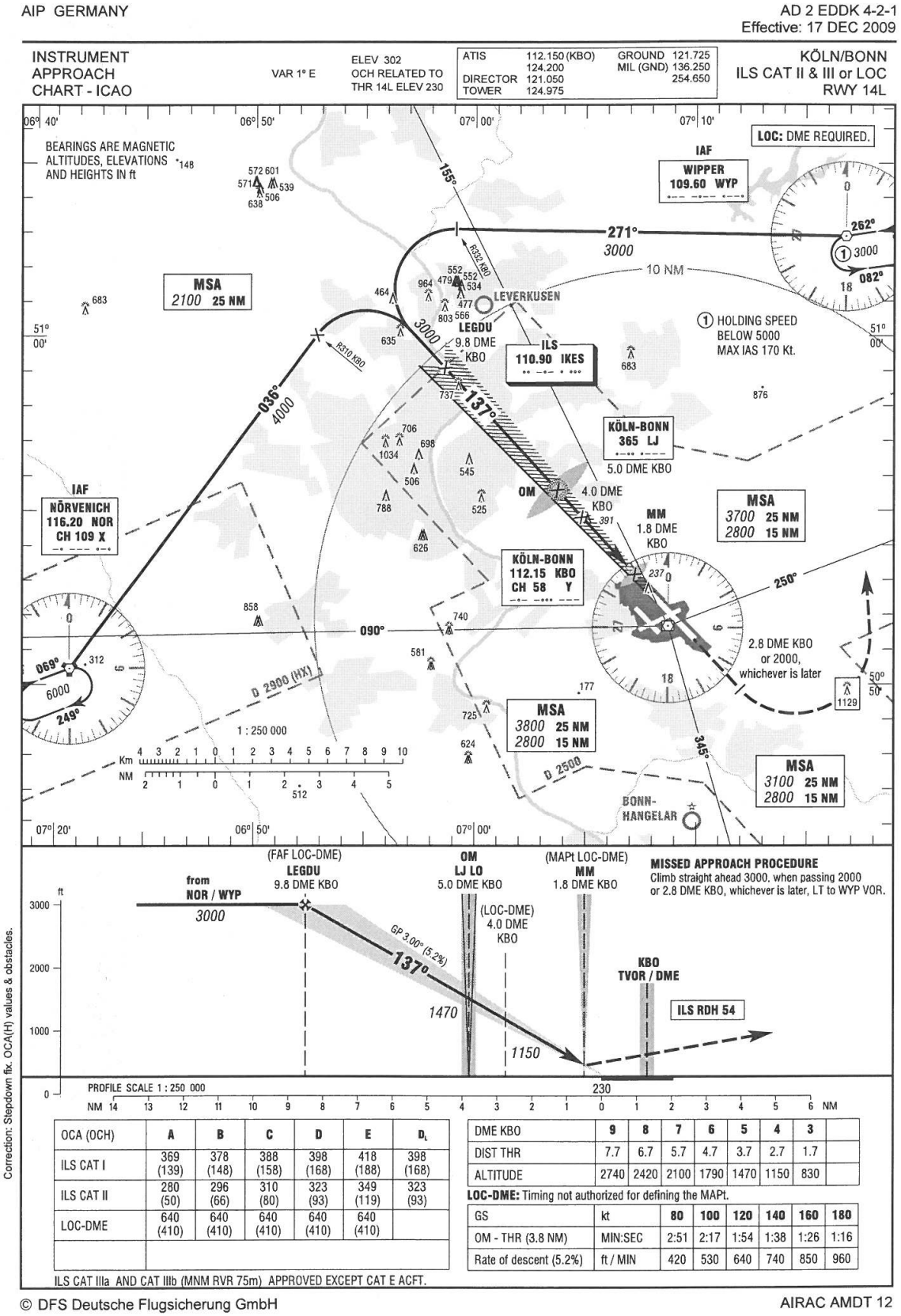
Mitwirkung: Jens Friedemann
Klaus Himmler
Thomas Karge
Thomas Kostrzewa

5. Anlagen

Anlage 1: Instrumentenanflugkarte Köln-Bonn, Piste 14L, ILS

Anlage 2: Messwerte der Ballonaufstiege in Essen

Anlage 1: Instrumentenanflugkarte Köln-Bonn, Piste 14L, ILS



Anlage 2: Messwerte der Ballonaufstiege in Essen (U. Wyoming, Dept. of Atmospheric Science)

10410 EDZE Essen Observations at 12Z 19 Dec 2010

PRES hPa	HGHT m	TEMP C	DWPT C	RELH %	MIXR g/kg	DRCT deg	SKNT knot	THTA K	THTE K	THTV K
1000.0	-21									
979.0	153	-1.3	-1.8	96	3.44	150	2	273.5	283.0	274.1
927.0	581	-4.7	-4.7	100	2.92	217	9	274.3	282.5	274.8
925.0	598	-4.9	-5.0	99	2.86	220	10	274.3	282.3	274.8
910.0	726	-5.8	-6.5	95	2.59	230	10	274.6	282.0	275.1
892.0	883	-6.9	-8.4	89	2.28	221	13	275.1	281.6	275.5
889.0	909	-7.0	-8.5	89	2.27	220	14	275.2	281.7	275.6
850.0	1258	-8.5	-10.0	89	2.11	230	19	277.2	283.3	277.6
848.0	1276	-8.6	-10.2	88	2.08	230	19	277.3	283.3	277.7
836.0	1387	-9.1	-11.7	81	1.88	232	16	277.9	283.4	278.2
823.0	1508	-9.4	-17.0	54	1.23	235	12	278.8	282.5	279.0
804.0	1688	-9.9	-24.9	28	0.63	255	8	280.2	282.2	280.3
798.0	1746	-9.5	-35.5	10	0.23	254	8	281.2	282.0	281.2
793.0	1795	-9.1	-34.1	11	0.27	254	9	282.1	283.0	282.2
764.0	2080	-11.0	-35.1	12	0.26	250	12	283.1	283.9	283.1
749.0	2233	-12.1	-35.6	12	0.25	265	16	283.6	284.4	283.6
734.0	2388	-13.1	-36.1	13	0.24	262	17	284.1	284.9	284.1
700.0	2747	-16.1	-42.1	9	0.14	255	19	284.6	285.1	284.6
644.0	3367	-21.9	-47.9	8	0.08	255	21	285.0	285.2	285.0
638.0	3436	-22.5	-48.5	7	0.07	255	24	285.0	285.3	285.0
617.0	3681	-23.3	-44.3	13	0.12	255	33	286.8	287.2	286.8
613.0	3729	-23.8	-40.8	19	0.18	255	35	286.8	287.4	286.8
604.0	3837	-24.9	-32.9	47	0.40	261	37	286.7	288.0	286.8
597.0	3922	-23.9	-27.7	71	0.66	265	39	288.8	291.0	288.9
581.0	4120	-24.9	-28.7	71	0.62	276	43	289.9	291.9	290.0
575.0	4195	-24.4	-28.3	70	0.65	280	45	291.4	293.5	291.5
570.0	4259	-23.9	-28.0	69	0.67	278	46	292.7	294.9	292.8
523.0	4880	-29.1	-31.0	84	0.55	263	54	293.7	295.6	293.8
501.0	5186	-31.6	-34.8	73	0.40	255	58	294.3	295.7	294.4

10410 EDZE Essen Observations at 00Z 20 Dec 2010

PRES hPa	HGHT m	TEMP C	DWPT C	RELH %	MIXR g/kg	DRCT deg	SKNT knot	THTA K	THTE K	THTV K
1000.0	-79									
972.0	153	-2.3	-2.3	100	3.34	315	6	273.1	282.3	273.6
963.0	225	-3.1	-3.2	100	3.15	345	10	272.9	281.6	273.4
953.0	306	-4.1	-4.2	99	2.95	342	11	272.8	281.0	273.3
946.0	363	-4.4	-4.5	99	2.91	340	12	273.1	281.2	273.5
927.0	520	-5.2	-5.2	100	2.81	10	14	273.8	281.7	274.3
925.0	537	-5.3	-5.3	100	2.80	10	14	273.9	281.7	274.4
921.0	571	-5.3	-5.3	100	2.81	3	14	274.2	282.1	274.7
910.0	666	-4.7	-4.7	100	2.98	343	14	275.8	284.2	276.3
900.0	752	-5.1	-5.1	100	2.92	325	14	276.2	284.5	276.7
880.0	929	-5.9	-5.9	100	2.81	320	17	277.2	285.2	277.7
864.0	1073	-6.5	-6.5	100	2.73	325	14	278.0	285.8	278.5
850.0	1201	-7.1	-7.1	100	2.65	310	8	278.7	286.3	279.1
848.0	1219	-7.2	-7.2	100	2.64	300	8	278.8	286.4	279.3
838.0	1311	-7.5	-7.7	98	2.57	290	10	279.4	286.8	279.8
825.0	1433	-8.0	-8.4	97	2.47	290	12	280.2	287.4	280.6
786.0	1809	-9.3	-10.5	92	2.20	255	23	282.6	289.1	283.0
771.0	1958	-9.9	-11.3	89	2.10	258	26	283.6	289.8	283.9
762.0	2048	-10.4	-11.9	89	2.02	260	27	284.0	290.0	284.3
741.0	2262	-11.6	-13.3	87	1.85	270	27	284.9	290.5	285.2
700.0	2698	-14.1	-16.3	83	1.54	265	29	286.8	291.6	287.1
679.0	2928	-15.3	-17.3	85	1.46	260	35	288.0	292.5	288.2
640.0	3374	-17.7	-19.2	88	1.32	246	44	290.2	294.3	290.4
638.0	3397	-17.9	-19.4	88	1.30	245	45	290.2	294.3	290.5
596.0	3895	-21.8	-23.4	86	0.97	245	51	291.4	294.5	291.6
527.0	4796	-28.9	-30.8	84	0.56	245	44	293.3	295.2	293.4
510.0	5029	-31.0	-33.0	83	0.47	245	43	293.5	295.1	293.6
500.0	5170	-32.3	-34.3	82	0.42	245	45	293.6	295.0	293.7