



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Büro für Flugunfalluntersuchungen BFU
Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation BEAA
Ufficio d'inchiesta sugli infortuni aeronautici UIIA
Uffizi d'investigaziun per accidents d'aviatica UIAA
Aircraft accident investigation bureau AAIB

Schlussbericht Nr. 1935

des Büros für

Flugunfalluntersuchungen

über den schweren Vorfall
des Flugzeuges AVRO 146-RJ100, HB-IXS
betrieben durch Swiss European Air Lines
unter der Flugnummer LX 639
vom 19. März 2006
auf dem Flughafen Zürich

Cause

L'incident grave est très probablement dû au fait que de la fumée provenant du groupe auxiliaire de puissance (*auxiliary power unit* – APU) s'est propagée dans la cabine par le système de conditionnement d'air.

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Dieser Bericht enthält die Schlussfolgerungen des BFU über die Umstände und Ursachen des vorliegend untersuchten schweren Vorfalles.

Gemäss Anhang 13 zum Abkommen über die internationale Zivilluftfahrt vom 7. Dezember 1944 sowie Artikel 24 des Bundesgesetzes über die Luftfahrt ist der alleinige Zweck der Untersuchung eines Flugunfalls oder eines schweren Vorfalles die Verhütung künftiger Unfälle oder schwerer Vorfälle. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen und schweren Vorfällen ist ausdrücklich nicht Gegenstand der Flugunfalluntersuchung. Es ist daher auch nicht Zweck dieses Berichts, ein Verschulden festzustellen oder Haftungsfragen zu klären.

Wird dieser Bericht zu anderen Zwecken als zur Unfallverhütung verwendet, ist diesem Umstand gebührend Rechnung zu tragen.

Die deutsche Fassung dieses Berichts entspricht dem Original und ist massgebend.

Alle in diesem Bericht erwähnten Zeiten sind, soweit nicht anders vermerkt, in koordinierter Weltzeit (*co-ordinated universal time* – UTC) angegeben. Für das Gebiet der Schweiz galt im Zeitpunkt des schweren Vorfalls die mitteleuropäische Zeit (MEZ) als Normalzeit (*local time* – LT). Die Beziehung zwischen LT, MEZ und UTC lautet: $LT = MEZ = UTC + 1 \text{ h}$.

In diesem Bericht wird aus Gründen des Persönlichkeitsschutzes für alle natürlichen Personen unabhängig ihres Geschlechts die männliche Form verwendet.

Inhaltsverzeichnis

Allgemeines	6
1 Sachverhalt	7
1.1 Flugverlauf	7
1.2 Personenschäden	8
1.3 Schaden am Luftfahrzeug	8
1.4 Drittschaden	8
1.5 Angaben zu Personen	8
1.5.1 Kommandant	8
1.5.2 Copilot	9
1.5.3 Kabinenbesatzung	9
1.6 Angaben zum Luftfahrzeug	9
1.6.1 Allgemeine Angaben	9
1.6.2 Quellen und Verteilung der Druckluft im Flugzeug	10
1.6.3 APU Wechsel vor dem schweren Vorfall	10
1.6.4 Massnahmen nach dem schweren Vorfall	10
1.6.5 Erneuter Vorfall vom 24. März 2006	11
1.7 Meteorologische Angaben	11
1.7.1 Allgemeines	11
1.7.2 Allgemeine Wetterlage	11
1.7.3 Wetter zur Zeit des schweren Vorfalls auf dem Flughafen Zürich	12
1.7.4 Flugplatzwettermeldungen	12
1.7.5 Automatic terminal information service	12
1.8 Navigationshilfen	13
1.9 Kommunikation	13
1.10 Angaben zum Flughafen	13
1.10.1 Allgemeines	13
1.10.2 Standorte der Berufsfeuerwehr	13
1.11 Flugschreiber	13
1.12 Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle	13
1.13 Medizinische und pathologische Feststellungen	14
1.14 Feuer	14
1.15 Überlebensaspekte	14
1.16 Versuche und Forschungsergebnisse	14
1.17 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung	14
1.17.1 Das Flugbetriebsunternehmen Swiss European Air Lines	14
1.17.1.1 Allgemeines	14
1.17.1.2 Vorschriften und Verfahren bezüglich Evakuation	15
1.17.2 Technischer Unterhaltsbetrieb	15
1.17.3 Der Flughafenbetreiber	16
1.17.3.1 Berufsfeuerwehr	16
1.17.3.2 Ablauf der Alarmierung auf dem Flughafen Zürich	16

1.18	Zusätzliche Angaben	17
1.18.1	Flugzeugenteisung	17
1.18.2	Verwendung der verschiedenen Zapfluftquellen	17
1.18.2.1	Allgemeines	17
1.18.2.2	Benützung der APU Zapfluft während des Anfluges	17
1.18.3	Untersuchungen an der APU S/N SPE957424	17
1.18.4	Erneuter Vorfall nach Einbau der APU S/N SPE957424 in ein anderes Flugzeug	17
1.19	Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken	17
2	Analyse	18
2.1	Technische Aspekte	18
2.2	Menschliche und betriebliche Aspekte	18
2.2.1	Betrieblicher Ablauf während des Anfluges	18
2.2.2	Betrieblicher Ablauf nach der Landung	19
2.2.3	Zusammenarbeit der Bodenorganisationen	20
3	Schlussfolgerungen	21
3.1	Befunde	21
3.2	Ursache	21
4	Sicherheitsempfehlungen	21

Schlussbericht

Eigentümer	Swiss International Air Lines Ltd, CH-4002 Basel
Halter	Swiss European Air Lines Ltd, CH-4052 Basel
Luftfahrzeugmuster	AVRO 146-RJ100
Herstellerstaat	Grossbritannien
Eintragungsstaat	Schweiz
Eintragungszeichen	HB-IXS
Flugregeln	Instrumentenflugregeln (<i>instrument flight rules – IFR</i>)
Ort	Flughafen Zürich
Datum und Zeit	19. März 2006, 15:30 UTC

Allgemeines

Kurzdarstellung

Am 19. März 2006 startete das Flugzeug AVRO 146-RJ100, HB-IXS, in Paris (LFPG) zum Linienvflug mit der Flugnummer LX 639 nach Zürich (LSZH). Kurz vor dem Aufsetzen entwickelte sich auf der rechten Seite des Cockpits Rauch. Die Landung verlief ereignislos.

Nach der Landung stellte die Besatzung eine Zunahme des Rauches im Cockpit fest. Die Quelle konnte nicht ausgemacht werden. Das Flugzeug wurde auf dem Rollweg H1 angehalten.

Der Rauch im Cockpit nahm nun an Intensität ab. In der Kabine war zu diesem Zeitpunkt kein Rauch feststellbar. Aufgrund dieser Situation entschied sich der Kommandant, zum zugewiesenen Standplatz A49 zu rollen. Kurz danach meldete der verantwortliche Flugbegleiter, dass es nun auch in der Kabine Rauch gebe.

Das Flugzeug wurde im Bereich des Rollwegs H1 parkiert. Der Kommandant entschied sich umgehend, Passagiere und Besatzung über die Notrutschen evakuieren zu lassen. Es war kein Eingreifen seitens der Feuerwehr notwendig.

Untersuchung

Das Büro für Flugunfalluntersuchungen (BFU) wurde am 19. März 2006 von der *airport authority* des Flughafens Zürich über den schweren Vorfall orientiert und eröffnete noch am selben Tag eine Untersuchung.

Der *digital flight data recorder* (DFDR) und der *cockpit voice recorder* (CVR) wurden aus dem Flugzeug ausgebaut und ausgewertet.

Der schwere Vorfall ist mit grosser Wahrscheinlichkeit darauf zurückzuführen, dass Rauch aus dem Hilfsaggregat (*auxiliary power unit – APU*) über das Druckbelüftungssystem ins Flugzeug gelangte.

1 Sachverhalt

1.1 Flugverlauf

Am 19. März 2006 startete das Flugzeug AVRO 146-RJ100, HB-IXS, um 14:38 UTC in Paris (LFPG) zum Linienflug mit der Flugnummer LX 639 nach Zürich (LSZH). Start, Reiseflug und Anflug verliefen normal. Um 15:28:53 UTC erhielt die Besatzung die Landeerlaubnis für die Piste 14. Wenige Sekunden vor dem Aufsetzen bemerkte der Copilot Rauchentwicklung auf der rechten Seite des Cockpits und meldete dies unverzüglich dem Kommandanten. Die Landung verlief ereignislos.

Nach der Landung, immer noch auf der Piste, stellte die Besatzung eine Zunahme des Rauches im Cockpit fest. Die Quelle konnte nicht ausgemacht werden. Die Sauerstoffmasken wurden von der Besatzung nicht benützt. Nach Aussage der Besatzung hatte der Rauch eine bläuliche Färbung ohne definierbaren Geruch. Während dem Ausrollen, immer noch auf der Tower Frequenz, verlangte die Besatzung die Feuerwehr: „... *we are vacating the runway, please call the fire brigade, we have smoke in the cockpit*“. Das Flugzeug wurde auf dem Rollweg H1 angehalten.

Die Besatzung wollte die Situation genauer analysieren. Der Rauch im Cockpit nahm zu diesem Zeitpunkt an Intensität ab. Der Copilot erkundigte sich beim verantwortlichen Flugbegleiter, ob der Rauch auch in der Kabine feststellbar sei. Der Flugbegleiter verneinte. Der Kommandant entschied sich daraufhin, in Absprache mit dem Copiloten, zum zugewiesenen Standplatz A49 zu rollen.

Während der Copilot die Bewilligung zum Weiterrollen einholte, verfolgte der Kommandant die interne Kommunikation zwischen den beiden Flugbegleitern. Er hörte dabei, wie der Flugbegleiter im hinteren Teil der Kabine seinem Kollegen meldete, dass es viel Rauch in der Kabine gebe. Der Kommandant erkundigte sich nun beim verantwortlichen Flugbegleiter im vorderen Teil der Kabine, ob Rauch sichtbar sei. Der Flugbegleiter bestätigte, dass es nun auch in der Kabine Rauch gebe. Es sei zwar nicht viel, aber man könne diesen riechen.

Das Flugzeug wurde im Bereich des Rollwegs H1 parkiert und die Triebwerke wurden abgestellt. Der Kommandant entschied sich umgehend, Passagiere und Besatzung evakuieren zu lassen. Um 15:33:02 UTC meldete die Besatzung dem Tower: „*mayday, mayday, mayday, we vacate at this position, swiss six three nine, we vacate at this position*“. Gemäss der Aufzeichnung der Cockpitgespräche leitete der Kommandant die Evakuation mit folgendem Befehl ein: „*cabin crew evacuate*“.

Die Evakuation der Passagiere und der Besatzung erfolgte über die Notrutschen aller vier Türen und wurde von der Feuerwehr unterstützt. Laut Aussage der Besatzung dauerte dieser Vorgang weniger als 90 Sekunden. Es war kein weiteres Eingreifen seitens der Feuerwehr notwendig. Obwohl einzelne Personen nicht in der üblichen Sitzposition auf den Notrutschen hinunter glitten, wurden weder Passagiere noch Besatzungsmitglieder verletzt. Die Passagiere wurden von den zuständigen Flughafenanorganen in Empfang genommen und betreut.

Da die Kräfte der Feuerwehr auf diesen schweren Vorfall konzentriert waren, war der Flughafen während 12 Minuten geschlossen.

1.2 Personenschäden

	Besatzung	Passagiere	Drittpersonen
Tödlich verletzt	---	---	---
Erheblich verletzt	---	---	---
Leicht oder nicht verletzt	4	95	

1.3 Schaden am Luftfahrzeug

Am Luftfahrzeug entstand kein Sachschaden.

1.4 Drittschaden

Es entstand kein Sachschaden an Dritten.

1.5 Angaben zu Personen**1.5.1 Kommandant**

Person	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1964
Lizenz	Ausweis für Verkehrspiloten (ATPL) nach JAR, ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) am 07.12.2005, gültig bis 07.12.2010
Berechtigungen	RTI (VFR/IFR), NIT (A), IFR (A)
Letzter <i>proficiency check</i> (OPC)	26.11.2005
Letzter <i>line check</i> (LC)	09.12.2005
Eingetragene Flugzeugmuster	AVRORJ/BAe146
Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1
Letzte fliegerärztliche Untersuchung	30. September 2005, Befund: tauglich
Flugerfahrung gesamthaft	6100 h
auf AVRO 146-RJ	1400 h
während der letzten 90 Tage	190 h

1.5.2	Copilot	
	Person	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1968
	Lizenz	Ausweis für Verkehrspiloten (ATPL), ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) am 22.08.2005, gültig bis 22.08.2010
	Berechtigungen	RTI (VFR/IFR), NIT (A), IFR (A)
	Letzter <i>proficiency check</i> (OPC)	08.08.2005
	Letzter <i>line check</i> (LC)	06.05.2005
	Eingetragene Flugzeugmuster	AVRORJ/BAe146
	Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1
	Letzte fliegerärztliche Untersuchung	29. August 2005, Befund: tauglich
	Flugerfahrung gesamthaft	3864 h
	auf AVRO 146-RJ	3588 h
	während der letzten 90 Tage	153 h

1.5.3	Kabinenbesatzung	
	Personen	Zwei Flugbegleiter

1.6 Angaben zum Luftfahrzeug

1.6.1	Allgemeine Angaben	
	Luftfahrzeugmuster	AVRO 146-RJ100
	Hersteller	British Aerospace Ltd., Woodford, Cheshire, England
	Charakteristik	Vierstrahliges Verkehrsflugzeug
	Baujahr	1996
	Werknummer	E3280
	Triebwerke	4 Allied Signal LF507-1F
	Zulassungsbereich	Cat. IIIA RVR 150m / DH 50 ft LVTO RVR 125 m RVSM RNP 5 <i>Dangerous goods</i>
	Lufttüchtigkeitszeugnis	ausgestellt am: 01.11.2005/2
	Unterhalt	Swiss Maintenance Basel
	Treibstoff	Jet A1

1.6.2 Quellen und Verteilung der Druckluft im Flugzeug

Das Druckbelüftungssystem des AVRO 146-RJ100 ist redundant aufgebaut. Es beinhaltet unter anderem zwei *air conditioning packs*, welche das Cockpit und die Passagierkabine mit Luft versorgen. Ein *air conditioning pack* genügt für die gesamte Luftversorgung. Die beiden *air conditioning packs* sind im Heck des Flugzeuges untergebracht.

Das *air conditioning pack #1* wird vom linken und das *air conditioning pack #2* vom rechten Zapfluftsystem mit Druckluft versorgt. Das linke Zapfluftsystem kann mit Zapfluft¹ vom Triebwerk #1 und/oder #2 und das rechte mit Zapfluft vom Triebwerk #3 und/oder #4 gespiesen werden. Von der APU (*auxiliary power unit*) können beide Zapfluftsysteme gleichzeitig mit Zapfluft versorgt werden.

Im Reiseflug wird das *air conditioning system* normalerweise mit Zapfluft von den Triebwerken versorgt. Zur Erhöhung der Triebwerkleistung kann es jedoch aufgrund der Flugplatzhöhe und Aussentemperatur notwendig sein, für den Start die Zapfluftquelle von den Triebwerken auf die APU umzuschalten (*air change over*). Unter gewissen Bedingungen muss diese Umschaltung auch vor der Landung erfolgen, um sicherzustellen, dass für einen möglichen Durchstart genügend Triebwerkleistung vorhanden ist. Im vorliegenden Fall wurde kurze Zeit vor der Landung auf APU-Zapfluft umgeschaltet. Eine nähere Beschreibung über die Verwendung der verschiedenen Zapfluftquellen ist unter Punkt 1.18.2 ersichtlich.

Im Normalfall versorgen das *air conditioning pack #1* und #2 die Passagierkabine mit Frischluft. Diese gelangt via Luftdüsen, welche an den Seitenwänden und über den Passagiersitzen angebracht sind, ins Flugzeug. Das *air conditioning pack #1* versorgt zusätzlich das Cockpit mit Frischluft. Im Cockpit wird die Luft unter anderem auch für das Entfernen von Dampf an den Scheiben und zur Kühlung von Instrumenten verwendet.

1.6.3 APU Wechsel vor dem schweren Vorfall

Die APU (*auxiliary power unit*) mit der Part Nummer 4501690A und der Serie Nummer SPE957426 wurde laut *work order* (WO) 1515725 am 12. März 2006 gewechselt. Dem Wechsel war eine längere Störungsserie vorausgegangen. In mehreren Fällen wurde schlechte Beschleunigung oder automatische Abschaltung nach dem Start als Störung gemeldet.

Als Ersatz wurde die APU mit der Part Nummer 4501690A und der Serie Nummer SPE957424 eingebaut.

1.6.4 Massnahmen nach dem schweren Vorfall

Nach dem schweren Vorfall vom 19. März 2006 wurde an allen vier Triebwerken eine Kontrolle gemäss einem *service information letter* - SIL des Flugzeugherstellers durchgeführt. Der SIL21/45 beschreibt unter anderem die Vorgehensweise bei vermuteter Ölverschmutzung des *environmental control system* durch ein

¹ Zapfluft (englisch *bleed air*) wird am Kompressor eines Triebwerkes oder der APU abgenommen. Durch die Kompression ist die Zapfluft sehr heiss und muss für die Verwendung im *air conditioning system* gekühlt werden. Wird die Zapfluft durch das Triebwerk oder die APU verunreinigt, wirkt sich dies auf die Qualität der Luft im Flugzeug aus (Rauch, übler Geruch).

Triebwerk. Dabei wird ein so genanntes Boroscope eingesetzt, mit welchem der Kompressorraum auf undichte Lager geprüft werden kann. An allen vier Triebwerken waren keine Spuren von Öl feststellbar.

Die APU wurde ebenfalls gemäss den Angaben im SIL21/45 kontrolliert. Es wurde dabei nichts Ungewöhnliches festgestellt. Bei der Gelegenheit wurde der Katalisator ersetzt.

Im Weiteren wurden verschiedene Komponenten des *environmental control system* auf Ölverschmutzung kontrolliert. Auch hier wurde nichts Ungewöhnliches festgestellt.

In der Bordküche wurden Öfen und Kaffeemaschinen eingeschaltet. Im Cockpit wurden elektrische und elektronische Systeme in Betrieb genommen. Dies alles, ohne etwas Abnormales festzustellen.

Am 21. März 2006 wurde mit der HB-IXS ein Kontrollflug durchgeführt, welcher ereignislos verlief. Anschliessend wurden nochmals an allen vier Triebwerken visuelle Kontrollen mit dem Boroscope ausgeführt und das Flugzeug wurde anschliessend für den Passagiereinsatz freigegeben.

1.6.5 Erneuter Vorfall vom 24. März 2006

Am 24. März 2006 entwickelte sich kurz vor der Landung des Fluges LX2801 ein ungewöhnlicher Geruch, welcher sowohl im Cockpit als auch in der Passagierkabine wahrgenommen wurde. Der Geruch wurde wie folgt beschrieben: „*smell was not of oil and made throat and nose uncomfortable*“. Laut Besatzung trat der Geruch nach dem Umschalten der Zapfluft von den Triebwerken auf die APU (*auxiliary power unit*) auf. Als wieder auf die Triebwerkzapfluft zurückgeschaltet wurde, verschwand der Geruch. Laut Besatzung war das Flugzeug vor dem Start in Genf nicht enteist worden. Während dem Start wurde ebenfalls Zapfluft von der APU bezogen, dies ohne Geruchsentwicklung.

Anlässlich einer Kontrolle nach dem Flug wurden im Bereich des Lufteinlasses der APU Ölsuren vorgefunden. Ebenfalls wurde festgestellt, dass der Lufteinlass nach Öl roch.

Am 24. März 2006 wurde die APU mit der Part Nummer 4501690A und der Serie Nummer SPE957424 ausgebaut und zu einer vertieften Inspektion in die Werkstatt gesandt. Danach wurden die *airconditioning packs* einer hohen Temperatur ausgesetzt, um allfällige Ölrückstände zu verdampfen.

Am 26. März 2006 wurde ein Kontrollflug durchgeführt, welcher ereignislos verlief. Seither sind keine weiteren Beanstandungen gemeldet worden.

1.7 Meteorologische Angaben

1.7.1 Allgemeines

Die Angaben im Kap. 1.7.2 bis 1.7.4 wurden von MeteoSchweiz geliefert.

1.7.2 Allgemeine Wetterlage

Die Schweiz lag zur Hauptsache im Einflussbereich einer Hochdruckbrücke, welche sich von den Britischen Inseln bis zum Schwarzen Meer erstreckte.

1.7.3 Wetter zur Zeit des schweren Vorfalls auf dem Flughafen Zürich

<i>Wetter/Wolken</i>	<i>wolkenlos</i>
<i>Sicht</i>	<i>8 km</i>
<i>Wind</i>	<i>020°/3 kt variabel zwischen 320° und 060°</i>
<i>Temperatur/Taupunkt</i>	<i>8 °C/-1 °C</i>
<i>Luftdruck</i>	<i>QNH 1009 hPa</i>
<i>Gefahren</i>	<i>keine</i>

1.7.4 Flugplatzwettermeldungen

Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalles wurden für den Flughafen Zürich-Kloten folgende Meldungen veröffentlicht:

METAR Zürich (LSZH)

LSZH 191420Z VRB04KT 8000 SKC 09/M00 Q1010 NOSIG=

LSZH 191450Z 02003KT 310V080 8000 SKC 08/M01 Q1009 NOSIG=

LSZH 191520Z 02003KT 320V060 8000 SKC 08/M01 Q1009 NOSIG=

1.7.5 Automatic terminal information service

ATIS Zürich (LSZH)

Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls wurden folgende ATIS Meldungen ausgestrahlt:

INFO OSCAR

QAM LSZH 1450Z

VRB 2 KT

VIS 8 KM

SKC

+08/-01

QNH 1009 ZERO NINE

QFE THR 14 959

QFE THR 16 960

QFE THR 28 959

NOSIG

INCREASED BIRD ACTIVITY AT AND AROUND AD

INFO PAPA

QAM LSZH 1520Z

050 DEG 4 KT

VIS 8 KM

SKC

+08/-01

QNH 1009 ZERO NINE

QFE THR 14 959

QFE THR 16 959

QFE THR 28 959

NOSIG

INCREASED BIRD ACTIVITY AT AND AROUND AD

1.8 Navigationshilfen

Nicht betroffen.

1.9 Kommunikation

Es gibt keine Hinweise auf Unregelmässigkeiten im Funkverkehr mit der Flugverkehrsleitstelle *tower*. Die Anforderung der Feuerwehr erfolgte auf dieser Frequenz.

Die entsprechenden Aufzeichnungen waren lückenlos und gut verständlich.

1.10 Angaben zum Flughafen

1.10.1 Allgemeines

Der Flughafen Zürich liegt im Nordosten der Schweiz. Der Flughafenreferenzpunkt (*airport reference point* – ARP) hat die Koordinaten N 47 27.5 / E 008 32.9 und eine ELEV von 1384 ft.

Die Pisten des Flughafens Zürich weisen folgende Abmessungen auf:

Pistenbezeichnung	Abmessungen	Höhe der Pistenschwellen
16/34	3700 x 60 m	1390/1386 ft AMSL
14/32	3300 x 60 m	1402/1402 ft AMSL
10/28	2500 x 60 m	1391/1416 ft AMSL

Der Rollweg Hotel 1 (H1) befindet sich rechts der Piste 14 und beginnt ca. 2400 Meter nach der Pistenschwelle. Er bietet die erste Möglichkeit die Piste nach der Landung zu verlassen. Die Rollwegbreite beträgt ca. 25 Meter.

1.10.2 Standorte der Berufsfeuerwehr

Das Dispositiv der Berufsfeuerwehr umfasst 3 Standorte:

- Hauptwache: westlich Pistenschwelle 34, zwei Löschfahrzeuge
- Wache Nord: Nähe Pistenschwelle 16, zwei Löschfahrzeuge
- Satellit Dock A (A59) am Ende des Terminal 1, ein Löschfahrzeug

1.11 Flugschreiber

Der *digital flight data recorder* (DFDR) mit P/N 980-4700-003 und der *cockpit voice recorder* (CVR) mit P/N 980-6020-001 wurden ausgewertet.

Die Aufzeichnungen waren von guter Qualität.

1.12 Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle

Nicht betroffen.

1.13 Medizinische und pathologische Feststellungen

Nicht betroffen.

1.14 Feuer

Nicht betroffen.

1.15 Überlebensaspekte

Nach der Aufforderung des Kommandanten zur unverzüglichen Evakuierung der Passagiere öffnete die Kabinenbesatzung alle vier zur Verfügung stehenden Türen und alle vier Notrutschen wurden ausgeworfen und aufgeblasen. Die Evakuierung der Passagiere und Besatzung lief nach den Vorschriften und Verfahren, wie sie im *cabin safety procedure manual* (CSPM) beschrieben sind, ab. Obwohl einzelne Personen nicht in der üblichen Sitzposition auf den Notrutschen hinunterglitten, wurden weder Passagiere noch Besatzungsmitglieder verletzt.

1.16 Versuche und Forschungsergebnisse

Die anlässlich einer Inspektion an der APU S/N SPE957424 in der Werkstatt (vgl. 1.18.2) vorgefundenen Rückstände wurden zusammen mit Proben von Enteisungsflüssigkeit Typ I, II und IV untersucht. Es wurde ein Vergleich zwischen den Proben und den Rückständen (Verunreinigung) hergestellt. Dieser Vergleich wurde mittels IR-Messungen durchgeführt.

Das Ergebnis des Vergleichs wurde wie folgt zusammengefasst:

„Die Verunreinigung besteht teilweise aus einem Enteisungsmittel, darüber hinaus sind als weitere organische Verunreinigungen Ester zu vermuten (Carbonylbande bei ca. 1750 cm⁻¹), sowie anorganische Salze“.

1.17 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung

1.17.1 Das Flugbetriebsunternehmen Swiss European Air Lines

1.17.1.1 Allgemeines

Das Flugbetriebsunternehmen Swiss European Air Lines ist eine 100-prozentige Tochtergesellschaft der Swiss International Air Lines. Diese hatte sich im Herbst 2005 entschieden, den Regionalverkehr in eine separate Betriebsgesellschaft auszugliedern.

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) erteilte der Swiss European Air Lines die Betriebsbewilligung per 1. November 2005. Swiss European Air Lines führt im Auftrag der Muttergesellschaft Swiss Flüge durch. Alle Flugzeuge der Regionalflotte (AVRO RJ85/100 und Embraer 145) der Swiss International Air Lines wurden in die neue Gesellschaft überführt.

1.17.1.2 Vorschriften und Verfahren bezüglich Evakuation

Cockpit:

Die im Flugbetriebsunternehmen gültigen Vorschriften bezüglich Evakuation sind im *Operations Manual* (OM) A, Kapitel 8.3.20, des Flugbetriebsunternehmens festgehalten.

Die einschlägigen Verfahren sind in der "*Abnormal and Emergency*" Checkliste des Flugbetriebsunternehmens festgelegt.

Die entsprechenden Aktionen (Tätigkeiten, Handlungen) der Piloten bei einer *on ground emergency* sind im Verfahren unter dem Titel "EMERGENCY EVACUATION" definiert. Die Aufgaben des Kommandanten und diejenigen des Copiloten werden wie folgt definiert:

CAPTAIN:

AIRCRAFT *STOP*
WHEELBRAKES *PARK*
THRUST LEVERS *FUEL OFF*
PA *order evacuation*

Der Befehl zur Evakuation erfolgt normalerweise über die Lautsprecheranlage, kann aber auch über Megaphone erfolgen.

CO-PILOT

Pressurization *MAN-OPEN*
APU *STOP*
APU FIRE EXT *DISCH*
FIRE HANDLES *Pull to full extent*
Rotate to EXT 1 or 2
As required

Call ATC on RMP1/VHF COMM No. 1

BATT POWER *Leave ON*

Der Wortlauf für den Befehl zur Evakuation gemäss OM B 1.11.10 lautet:

„emergency – open seat belt – evacuate“

Kabine:

Im *Cabin Safety Procedures Manual* (CSPM) steht im Kapitel 5 "*Emergency Evacuation Procedures*" unter 5.4. folgendes: "*the commander gives a clear order if and when he wants an evacuation to be started*".

Wird eine Evakuation eingeleitet, lautet das Kommando: "*Emergency – open seat belt – evacuate*" (Kapitel 5.4.1 "*Initiating Evacuation*").

1.17.2 Technischer Unterhaltsbetrieb

Der für den technischen Unterhalt zuständige Betrieb hat seinen Sitz in Basel und wurde als komplette Einheit von der ehemaligen Crossair übernommen. Der nach EASA Part 145 zertifizierte Unterhaltsbetrieb ist für die Flugzeugtypen der ehemaligen Crossair zuständig.

Der technische Betrieb für die AVRO-Flotte ist grundsätzlich auf zwei Standorte aufgeteilt. In Zürich befindet sich eine *line-maintenance* Station. In Basel sind das *maintenance control center* (MCC), das *troubleshooting*, das *engineering*, die *base-maintenance* sowie eine weitere *line-maintenance* Station angesiedelt.

1.17.3 Der Flughafenbetreiber

Eigentümerin der Infrastruktur des Flughafens Zürich ist unique. Sie gewährleistet den Betrieb des öffentlichen Verkehrs Luftfahrt in Zürich und verfügt über sämtliche Funktionen die für die Aufrechterhaltung und den reibungslosen Ablauf des Betriebes unerlässlich sind. Unter anderem ist dies die Berufsfeuerwehr.

1.17.3.1 Berufsfeuerwehr

Der Flughafen Zürich verfügt über eine Berufsfeuerwehr der Kategorie 9 (ICAO Annex 9) und ist 24 Stunden einsatzbereit. Das Konzept schreibt vor, dass die Feuerwehr jeden Ort innerhalb des Flughafenareals innert 3 Minuten erreichen muss. Zur Erfüllung dieser Auflage ist sie auf zwei Hauptstandorte verteilt, Hauptwache und Wache Nord. Beide Wachen sind mit je zwei Löschfahrzeugen bestückt. Zusätzlich ist eine Station, Satellit Dock A, am Ende des Terminal 1 eingerichtet. Diese verfügt über ein Universal-Löschfahrzeug, welches auch für Einsätze in Gebäuden (inklusive Fracht) verwendet werden kann.

Die Einsatzleitstelle befindet sich in der Hauptwache. Der im Dienst stehende Einsatzleiter verfügt über ein unabhängiges Dienstfahrzeug, von welchem aus er den Einsatz koordinieren, respektive einen Löschzug formieren kann. Der Einsatzleiter steht mit dem Kontrollturm im Funkkontakt. Allfällig notwendige Kommunikation mit den Piloten kann nicht direkt, sondern ausschliesslich über diese Stelle erfolgen.

1.17.3.2 Ablauf der Alarmierung auf dem Flughafen Zürich

Ein Alarm kann durch eine der folgenden Stellen (ALARM-Stern) ausgelöst werden:

- Kontrollturm (*tower*)
- Apron Control
- Airport Authority
- Berufsfeuerwehr
- Kantonspolizei

Der ausgelöste Alarm wird in den andern Stellen des ALARM-Stern empfangen. Zusätzlich werden automatisch weitere Stellen über fix installierte oder mobile Pager informiert. Die *airport authority* bietet fallweise weitere Stellen auf und informiert vorbestimmte Organisationen. Weiter löst der Airport Manager die erforderlichen Aktivitäten aus, was unter anderem die Sperrung einer Piste oder des gesamten Flugplatzes beinhalten kann. Im vorliegenden Fall wurde der Flughafen für 12 Minuten geschlossen, weil die Kräfte der Feuerwehr durch den schweren Vorfall gebunden waren.

Das Alarmierungskonzept ist in drei Alarmstufen gegliedert. Diese sind weiter in Unterkategorien aufgeteilt (Aircraft, Gebäude, kriminelle Zwischenfälle, Betriebsstörung, Epidemien). Im vorliegenden Fall handelte es sich um einen Alarm mit dem Code A21. Ein solcher Alarm wird bei einem Zwischenfall mit einem Flugzeug angewendet, sofern die Alarmierungszeit weniger als 15 Minuten beträgt.

1.18 Zusätzliche Angaben

1.18.1 Flugzeugenteisung

Das Flugzeug HB-IXS wurde am 19. März 2006 weder in Zürich vor dem Flug nach Paris noch vor dem Flug zurück nach Zürich mit Enteisungsmittel behandelt.

1.18.2 Verwendung der verschiedenen Zapflutquellen

1.18.2.1 Allgemeines

Die Zapflut kann im Flug entweder von den Triebwerken oder von der APU abgenommen werden. Die maximale Höhe, bei welcher Zapflut von der APU abgenommen werden kann, beträgt 15 000 ft.

Die Zapflut der APU steht grundsätzlich zur Verfügung, wenn die Kompressor Drehzahl (N1) mindestens 95% beträgt. Im OM B wird empfohlen, die Zapflut erst nach einer Aufwärmzeit von einer Minute zuzuschalten. Die Zapflut wird mittels *APU AIR* Schalter zugeschaltet.

1.18.2.2 Benützung der APU Zapflut während des Anfluges

Abhängig davon, welche Verbraucher (*cabin pressurization, engine anti-ice and airframe anti-ice*) Zapflut beziehen, kann es notwendig sein, die APU Zapflut für die Druckbelüftung des Flugzeuges zuzuschalten. In diesem Zusammenhang sind im OM B für den Anflug fünf Optionen in Tabellenform publiziert.

Im vorliegenden Fall wurde die APU gestartet und die APU-Zapflut während des Endanfluges zugeschaltet.

1.18.3 Untersuchungen an der APU S/N SPE957424

Nach den Vorfällen vom 19. und 24. März 2006 wurde die APU in der Werkstatt des Unterhaltsbetriebes in Basel unter Aufsicht des Herstellers teilzerlegt. Da nichts Konkretes gefunden wurde, wurde der so genannte *hydro pad* als möglicher Verursacher ersetzt.

1.18.4 Erneuter Vorfall nach Einbau der APU S/N SPE957424 in ein anderes Flugzeug

Nach den beiden Vorfällen vom 19. und 24. März 2006 auf der HB-IXS wurde die APU S/N SPE957424 ausgebaut und einer eingehenden Inspektion unterzogen. Diese APU wurde anschliessend in die HB-IXO eingebaut, worauf sich am 17. Mai 2006 erneut ein Vorfall ereignete.

Nach dem Schliessen der Türen entwickelte sich weisser Rauch und Geruch in der Passagierkabine. Die Passagiere wurden umgehend über die Fluggastbrücke aus dem Flugzeug geleitet. Zu diesem Zeitpunkt waren die Triebwerke noch nicht in Betrieb. Die APU war jedoch in Betrieb und die Zapflut für die Kabinenbelüftung war kurz zuvor zugeschaltet worden.

Die APU S/N SPE957424 wurde hierauf zur eingehenden Überprüfung an den Hersteller gesandt. Der Bericht des Herstellers ist bis zum Zeitpunkt der Drucklegung beim BFU nicht eingetroffen.

1.19 Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken

Nicht betroffen.

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

Die Analyse zum betrieblichen Ablauf während des Anfluges (vgl. 2.2.1) kommt zum Schluss, dass kontaminierte Zapfluft (Rauch) von der APU ins Flugzeug gelangt sein musste. Diese wurde in der Kabine mit Verzögerung wahrgenommen. Dies kann einerseits mit dem wesentlich grösseren Volumen der Kabine und andererseits mit der spezifischen Verteilung der Luft ins Cockpit respektive in die Kabine erklärt werden. Die Tatsache, dass der Rauch im Cockpit nach der Landung wieder abnahm ist wahrscheinlich auf ein Druckgefälle zwischen Cockpit und Kabine zurückzuführen.

Die APU mit der Part Nummer 4501690A und der Serie Nummer SPE957424 war ein paar Tage zuvor eingebaut worden und war auch zum Zeitpunkt des schweren Vorfalles noch auf dem Flugzeug HB-IXS.

Am 24. März 2006 ereignete sich erneut ein Vorfall. Diesmal wurde ein „*toxic smell*“ gemeldet, welcher sich wenige Sekunden nach dem Zuschalten der APU-Zapfluft im Flugzeug ausbreitete. Nachdem auf die Triebwerkzapfluft zurückgeschaltet worden war, verflüchtigte sich die kontaminierte Luft wieder. Zu dieser Zeit war in der HB-IXS nach wie vor die gleiche APU wie beim schweren Vorfall vom 19. März eingebaut.

Nach dem Vorfall vom 24. März wurde die APU aus der HB-IXS ausgebaut und in der Werkstatt einer eingehenden Inspektion unterzogen. Es konnte dabei nichts gefunden werden, das eindeutig als Verursacher für die beiden Vorfälle vom 19. und 24. März in Frage kam. Die APU wurde später auf der HB-IXO installiert.

Am 17. Juni 2006 produzierte die APU mit der Serie Nummer SPE957424 auf der HB-IXO wieder einen Vorfall. Diesmal meldete die Besatzung, dass sich Rauch und Geruch während des Abdockens von der Fluggastbrücke entwickelte. Die Passagiere wurden umgehend wieder ausgeladen. Nach diesem Vorfall wurde die APU aus der HB-IXO ausgebaut und dem Hersteller zur Inspektion und Reparatur gesandt. Bis zum Abschluss der Untersuchung waren noch keine Ergebnisse vorliegend.

Die Chronologie der Ereignisse mit derselben APU (S/N SPE957424) auf verschiedenen Flugzeugen lässt mit grosser Wahrscheinlichkeit den Schluss zu, dass diese APU der Verursacher war.

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

2.2.1 Betrieblicher Ablauf während des Anfluges

Der Flug von Paris nach Zürich verlief bis kurz vor der Landung ereignislos. Anhand der Gesprächsaufzeichnungen fand im Cockpit eine rege Kommunikation über nicht flugrelevante Themen bis kurz vor dem *outer marker* statt.

Im *approach briefing* erwähnte der Kommandant, dass er beabsichtige, für den Anflug die APU in Betrieb zu nehmen. Für diesen Fall sieht das *operations manual* (OM) B² des Flugbetriebsunternehmens vor, dass die APU gestartet wird, wenn

² Referenz: OM B, 1.02.30 „Transition during descent“

das Flugzeug die Freigabe auf eine Druckhöhe bekommt oder spätestens wenn es die Bewilligung für den Anflug erhält („*when cleared to an altitude or latest when cleared for approach*“).

Nach Aussagen der Besatzung wurde die APU beim *outer marker* gestartet. Dies war zu spät und steht im Widerspruch zum OM B, wonach die APU, wenn sie gebraucht wird, bei der Freigabe auf eine Druckhöhe gestartet werden soll. Aus dem CVR geht hervor, dass der Kommandant den Start der APU nicht befohlen hat. Aufgrund der zeitlichen Abfolge³ kann davon ausgegangen werden, dass der *pilot not flying* (PNF) erst beim Abarbeiten des „*prior landing*“ Checkpunktes, d.h. etwas mehr als eine Minute vor dem Aufsetzen, feststellte, dass die APU noch nicht in Betrieb war.

Vorgesehen ist, dass beim Abarbeiten des „*prior landing*“ Checkpunktes⁴ die Zapfluft der APU zugeschaltet wird, wenn dies vom *pilot flying* (PF) im *approach briefing* verlangt wurde.

Zwischen dem Befehl „*prior landing*“ und der Rückmeldung „*prior landing completed*“ verstrichen 40 Sekunden. Dies lässt den Schluss zu, dass in dieser Zeit die APU gestartet und die Zapfluft auf die APU umgeschaltet wurde. Die Rückmeldung „*prior landing completed*“ erfolgte ungefähr eine halbe Minute vor dem Aufsetzen und nach dem „*final check*“.

Der Copilot meldete wenige Sekunden vor dem Aufsetzen des Flugzeuges auf der Piste, dass sich auf der rechten Seite im Cockpit Rauch entwickle. Die Zeit zwischen dem Zuschalten der APU-Zapfluft und dem Auftreten des Rauches betrug ungefähr 15 Sekunden, was den Schluss zulässt, dass die Zapfluft von der APU kontaminiert war.

2.2.2 Betrieblicher Ablauf nach der Landung

Nach der Landung, immer noch auf der Piste, stellte die Besatzung eine Zunahme des Rauches im Cockpit fest. Die Quelle konnte nicht ausgemacht werden. Nach Aussage der Besatzung hatte der Rauch eine bläuliche Färbung ohne definierbaren Geruch. Der Entscheid der Besatzung die Feuerwehr ans Flugzeug zu beordern war zweckmässig, da die weitere Entwicklung der Situation nicht beurteilt werden konnte. Da sich der Rauch im Cockpit verflüchtigte, war der Entscheid des Kommandanten, zum Standplatz zu rollen, zweckmässig. Aus demselben Grund ist es nachvollziehbar, dass die Besatzung die Sauerstoffmasken nicht benutzte. Als der verantwortliche Flugbegleiter nun aber Rauch in der Passagierkabine meldete, war für den Kommandanten die Voraussetzung gegeben, das Flugzeug unverzüglich zu evakuieren.

Im Operational Manual (OM A) Kapitel 8.3.20.2 Competence steht unter anderem, „*by declaring an emergency the PIC is entiteled to divert from standard operating procedures and checklists if required in the interest of safety*“.

Gemäss der Aufzeichnung der Cockpitgespräche leitete der Kommandant die Evakuation mit folgendem Befehl ein: „*cabin crew evacuate*“.

³ Aufzeichnungen des CVR

⁴ Referenz: OM B, 1.02.30 „Prior landing“

Demgegenüber ist der Wortlaut für den Befehl zur Evakuation gemäss OM B:

„emergency – open seat belt – evacuate“

Gemäss *cabin safety procedure manual* (CSPM), erwartete die Kabinenbesatzung den Befehl: *„emergency – open seat belts – evacuate“*.

Ungeachtet der vom Kommandanten gewählten Formulierung, welche im Tonfall ruhig und wenig akzentuiert wirkte, hielt sich die Kabinenbesatzung bei der Ausführung an den im CSPM publizierten Befehl.

Obschon der Kommandant im Falle einer Notsituation frei ist in seinem Handeln, ist es zweckmässig, die Durchführung einer Evakuation möglichst nach den bestehenden Vorschriften durchzuführen. Dies gibt die beste Gewähr, dass alle Besatzungsmitglieder die gelernten und geübten Abläufe richtigen ausführen.

Im vorliegenden Falle erfolgte die Evakuation effizient und innerhalb der vorgegebenen Zeit von 90 Sekunden.

Die gemäss *emergency evacuation checklist* vorgegebenen Handlungen im Cockpit wurden nur teilweise durchgeführt. Die Triebwerke wurden gemäss *„normal checklist“* abgeschaltet. Wenn von vorgeschriebenen Abläufen abgewichen wird muss dies klar kommuniziert werden. Diese Abweichung wurde zwischen den Piloten nicht angesprochen.

2.2.3 Zusammenarbeit der Bodenorganisationen

Gemäss Dienstjournal *„airport authority unique“* löste der Kontrollturm um 15:29 UTC Alarm 21 aus, weil der Pilot der soeben gelandeten Maschine LX 639 mit 95 Passagieren an Bord Rauch im Cockpit meldete.

Das Airport Steering Komitee wurde aktiviert. Die eingeleiteten Aktionen zwischen Luftverkehrsleitstelle (ATC), der Berufsfeuerwehr und dem Flughafenbetreiber unique liefen professionell und ohne Verzögerung ab.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

- Die Piloten besaßen die notwendigen Ausweise.
- Die involvierte APU verursachte nach dem schweren Vorfall noch zwei weitere Ereignisse mit Rauch und Geruch.
- Die APU wurde entgegen dem publizierten Arbeitsablauf spät in Betrieb genommen.
- Die Zeitspanne zwischen der Zuschaltung der APU-Zapfluft und der Rauchentwicklung im Flugzeug lässt den Schluss zu, dass der Rauch höchstwahrscheinlich durch die APU verursacht wurde.
- Während des Ausrollens nahm der Rauch im Cockpit ab. Mit etwas Verzögerung nahm dieser in der Kabine zu.
- Der Befehl für die Einleitung und Durchführung der Evakuierung durch die Cockpitbesatzung entsprach nicht konsequent den Vorschriften.
- Die Evakuierung erfolgte effizient und innerhalb der vorgegebenen Zeit von 90 Sekunden.

3.2 Ursache

Der schwere Vorfall ist mit grosser Wahrscheinlichkeit darauf zurückzuführen, dass Rauch aus dem Hilfsaggregat (*auxiliary power unit* – APU) über das Druckbelüftungssystem ins Flugzeug gelangte.

4 Sicherheitsempfehlungen

Keine

Bern, 16. Februar 2007

Büro für Flugunfalluntersuchungen

Dieser Bericht enthält die Schlussfolgerungen des BFU über die Umstände und Ursachen des vorliegend untersuchten schweren Vorfalles.

Gemäss Anhang 13 zum Abkommen über die internationale Zivilluftfahrt vom 7. Dezember 1944 sowie Artikel 24 des Bundesgesetzes über die Luftfahrt ist der alleinige Zweck der Untersuchung eines Flugunfalls oder eines schweren Vorfalles die Verhütung künftiger Unfälle oder schwerer Vorfälle. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen und schweren Vorfällen ist ausdrücklich nicht Gegenstand der Flugunfalluntersuchung. Es ist daher auch nicht Zweck dieses Berichts, ein Verschulden festzustellen oder Haftungsfragen zu klären.

Wird dieser Bericht zu anderen Zwecken als zur Unfallverhütung verwendet, ist diesem Umstand gebührend Rechnung zu tragen.

Anlage 1

