



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. 1925

des Büros für

Flugunfalluntersuchungen

über den schweren Vorfall

des Flugzeuges AVRO 146-RJ100, HB-IXQ,

betrieben durch Swiss European Air Lines

unter der Flugnummer LX 778

vom 05. Dezember 2005

auf dem Flughafen Zürich-Kloten

Causes

L'incident grave est dû au fait que de la fumée s'est propagée dans le cockpit et la cabine peu après le décollage de Zurich en raison d'une fuite d'huile causée par un joint défectueux. Ce joint se trouvait dans la zone des roulements 1 et 2 du moteur no. 2.

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

Zusammenfassung	5
Kurzdarstellung	5
Untersuchung	5
1 Sachverhalt	7
1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf	7
1.1.1 Vorgeschichte	7
1.1.2 Flugverlauf	7
1.2 Personenschäden	8
1.3 Schaden am Luftfahrzeug	8
1.4 Drittschaden	8
1.5 Angaben zu Personen	9
1.5.1 Kommandant	9
1.5.2 Copilot	9
1.6 Angaben zum Luftfahrzeug	10
1.6.1 Allgemeines	10
1.6.2 Feststellungen nach der Landung	10
1.6.2.1 Sauerstoffmaske des Kommandanten	10
1.6.2.2 Triebwerke	10
1.7 Meteorologische Angaben	10
1.7.1 Allgemeines	10
1.7.2 Allgemeine Wetterlage	10
1.7.3 Wetterbedingungen auf dem Flughafen Zürich	11
1.7.4 Flugplatzwettermeldungen	11
1.8 Navigationshilfen	11
1.9 Kommunikation	11
1.10 Angaben zum Flughafen	11
1.11 Flugschreiber	12
1.12 Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle	12
1.13 Medizinische und pathologische Angaben	12
1.14 Feuer	12
1.15 Überlebensaspekte	12
1.16 Versuche und Forschungsergebnisse	12
1.17 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung	12
1.17.1 Flugbetriebsunternehmen Swiss European Air Lines	12
1.17.1.1 Allgemeines	12
1.17.1.2 Verfahren zur Überprüfung der Sauerstoffmasken	12
1.17.2 Technischer Unterhaltsbetrieb	13
1.17.2.1 Allgemeines	13
1.17.2.2 Dokumentation der Workorder	13
1.18 Zusätzliche Angaben	13
1.18.1 Sauerstoffmaske	13
1.18.2 Anzeigen bezüglich Triebwerkzapflucht	14

2	Analyse	15
2.1	Technische Aspekte	15
2.1.1	Rauchentwicklung	15
2.1.2	Sauerstoffmasken	15
2.2	Menschliche und betriebliche Aspekte	15
2.2.1	Flugbesatzung	15
2.2.2	Gebrauch der Sauerstoffmasken	16
3	Schlussfolgerungen	18
3.1	Befunde	18
3.1.1	Technische Aspekte	18
3.1.2	Besatzung	18
3.1.3	Unterhaltsbetrieb	18
3.2	Ursachen	18
Anlage 1		19
	EROS full face quick donning mask	19

Zusammenfassung

Kurzdarstellung

Am 05. Dezember 2005 um 08:56 UTC startete das Flugzeug AVRO 146-RJ100 mit dem Eintragungszeichen HB-IXQ der Fluggesellschaft Swiss European Air Lines zu einem Linienflug nach Brüssel.

Kurz vor Erreichen der Flugfläche FL100 bemerkte der Kommandant im Bereich der linken Seitenkonsole Rauch. Auch der Copilot stellte den Rauch fest. Eine Anfrage beim verantwortlichen Flugbegleiter (*maitre de cabine* - M/C) ergab, dass der Rauch auch in der Kabine sichtbar war.

Die Flugbesatzung setzte ihre Sauerstoffmasken auf, deklarierte um 09:02:39 UTC "*emergency*" und verlangte beim Flugverkehrsleiter eine Rückkehr nach Zürich und einen Anflug auf die Piste 14.

Während des Anfluges verflüchtigte sich der Rauch in Cockpit und Kabine. Nach Aussage des Kommandanten hatte er in seiner Sauerstoffmaske während des ganzen Vorganges einen kontinuierlichen Sauerstofffluss (*continuous oxygen flow*), was ihm die Kommunikation sowohl mit dem Copiloten als auch mit der Flugverkehrsleitstelle massiv erschwerte. Trotz verschiedenen Manipulationen an der Sauerstoffmaske konnte der Kommandant den kontinuierlichen Sauerstofffluss nicht stoppen.

Der Anflug auf die Piste 14 und die Landung erfolgten ereignislos. Die Besatzung entschied sich, zum Standplatz zu rollen und die Passagiere normal aussteigen zu lassen.

Untersuchung

Der schwere Vorfall ereignete sich am 05. Dezember 2005 um ca. 09:02 UTC und die Maschine landete um 09:16 UTC auf dem Flughafen Zürich. Skyguide informierte das Büro für Flugunfalluntersuchungen, welches anschliessend eine Untersuchung eröffnete.

Der schwere Vorfall ist darauf zurückzuführen, dass sich kurz nach dem Start in Zürich im Cockpit und in der Kabine Rauch ausbreitete, welcher auf einen Ölverlust infolge eines Schadens an einer Dichtung im Bereich der Lager No. 1 und 2 im Triebwerk No. 2 zurückzuführen war.

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

1.1.1 Vorgeschichte

Am 3. Dezember 2005, zwei Tage vor dem schweren Vorfall, hielt die Besatzung des Flugzeuges HB-IXQ im *technical log* (*workorder* WO 1504185) folgendes fest: *ALWAYS ABOUT 1-2 MIN'S AFTER T/O MC "ENG 1 AIR VLV" COMES ON AND STAYS ON. RESETTABLE WHEN CYCLING.* Als Massnahme durch die *Line Maintenance* wurde festgehalten:

MAINT ANN PANEL BUT OVT LATCHED:

- *DUE TO SHORT GROUND TIME X-FERRED TO D.D.*
- *AS LONG "ENG # 1 AIR VLV" IS RESETTABLE NO OPERATIONAL RESTRICTIONS.*

Nachdem die Warnung während der folgenden vier Flüge nicht mehr aufgetreten war, wurde der WO durch die *line maintenance* geschlossen. Die verantwortliche Engineeringstelle in Basel war mit diesem Vorgehen nicht einverstanden und verlangte, dass das betroffene *temperatur control valve* ersetzt werde. Dieser Wechsel erfolgte in der Nacht vom 4. auf den 5. Dezember.

1.1.2 Flugverlauf

Am 05. Dezember 2005 um 08:56 UTC startete das Flugzeug AVRO 146-RJ100 mit dem Eintragungszeichen HB-IXQ und der Flugnummer LX 778 der Fluggesellschaft Swiss European Air Lines zu einem Linienflug nach Brüssel. Der Kommandant war auf diesem Flug *pilot flying* (PF) und der Copilot *pilot not flying* (PNF).

Die Besatzung führte einen „*no bleeds take-off*“ durch. Das heisst, dass für die Kabinen- und Cockpit-Luftkonditionierung während des Starts nicht die Zapfluft der Triebwerke gebraucht wurde, sondern diejenige des Hilfsaggregates (*auxiliary power unit* – APU), welches zu diesem Zwecke in Betrieb blieb. Nachdem das Flugzeug 5000 ft QNH durchflogen hatte, erhöhte die Besatzung die Geschwindigkeit und fuhr die Auftriebshilfen ein. Danach befahl der Kommandant dem Copiloten, die *after take-off* Checkliste abzuarbeiten. Beim Abarbeiten dieser Checkliste schaltete der Copilot die Zapfluft für die Kabinen- und Cockpitluftkonditionierung vom Hilfsaggregat (APU) zum Triebwerk um. Kurze Zeit später, beim Durchfliegen der Flugfläche FL100, bemerkte der Kommandant im Bereich der linken Seitenkonsole Rauch. Auch der Copilot stellte den Rauch fest. Eine Anfrage beim verantwortlichen Flugbegleiter (*maitre de cabine* - M/C) ergab, dass der Rauch auch in der Kabine sichtbar war. Der Kommandant sagte aus, dass er praktisch gleichzeitig die beiden Anzeigen (*caution*) "ENG 1 AIR FAULT" und "ENG 1 AIR VALVE" bemerkt habe.

Unmittelbar nachdem der Rauch bemerkt wurde, setzte die Flugbesatzung ihre Sauerstoffmasken auf. Nach Aussage des Kommandanten übergab er die Steuerung des Flugzeuges an den Copiloten. Um 09:02:39 UTC deklarierte der Kommandant beim Flugverkehrsleiter (FVL) des *Zurich Lower Sector West* "emergency" und verlangte eine Rückkehr nach Zürich mit einem Anflug auf die Piste 14.

Der FVL bestätigte diese Meldung um 09:02:56 UTC, gab der Besatzung eine Kursanweisung und die Freigabe für einen Sinkflug. Die Besatzung quittierte dies und ergänzte, dass sie auf 6000 ft QNH absinken werde.

Der Kommandant sagte aus, dass er in der Zwischenzeit intuitiv die Triebwerkzapflucht des Triebwerkes Nr. 1 wieder ausgeschaltete habe. Anschliessend habe er sich mit der *emergency* Checkliste für *smoke in cockpit & cabin* beschäftigt. Während dem Abarbeiten der *emergency* Checkliste wurden unter anderem auch die beiden *air conditioning packs* ausgeschaltet.

Um 09:04:01 UTC wies der FVL die Besatzung von LX 778 an auf die Frequenz von *Zurich Arrival Sector West* zu wechseln. Nach einer Rückfrage bezüglich Piste 14 gab der FVL der Besatzung von LX 778 um 09:06:46 UTC die Freigabe auf 5000 ft QNH abzusinken. Nach einer weiteren Freigabe auf 4000 ft QNH und einer Bestätigung durch die Besatzung, dass sie einen *short line up* akzeptieren können, erkundigte sich die Besatzung von LX 778 um 09:11:47 UTC, ob sie für den Anflug freigegeben seien. Der FVL verneinte dies und wies die Besatzung an, den momentan geflogenen Kurs beizubehalten. Kurze Zeit später wies er die Besatzung an, auf 3500 ft QNH abzusinken. Um 09:12:26 UTC erhielt die Besatzung die Anweisung auf einen Kurs von 180° einzudrehen und gleichzeitig bekam sie die Freigabe für einen Instrumentenanflug auf die Piste 14.

Während des Anfluges verflüchtigte sich der Rauch in Cockpit und Kabine. Aus Sicherheitsgründen liess die Besatzung die Sauerstoffmasken aufgesetzt. Nach Aussage des Kommandanten hatte dieser in seiner Sauerstoffmaske während des ganzen Vorganges einen kontinuierlichen Sauerstofffluss (*continuous oxygen flow*), was ihm die Kommunikation sowohl mit dem Copiloten als auch mit der Flugverkehrsleitstelle massiv erschwerte. Trotz verschiedenen Manipulationen an der Sauerstoffmaske konnte der Kommandant den kontinuierlichen Sauerstofffluss nicht stoppen. Als Folge davon übergab er dem Copiloten während des Anfluges nebst der Führung des Flugzeuges auch die Kommunikation mit der Flugverkehrsleitstelle. Um 09:13.38 UTC erhielt die Besatzung die Landefreigabe.

Der Anflug auf die Piste 14 und die Landung um 09:16 UTC erfolgten ereignislos. Die Besatzung entschied sich, zum Standplatz zu rollen und die Passagiere normal aussteigen zu lassen.

1.2 Personenschäden

	Besatzung	Passagiere	Drittpersonen
Tödlich verletzt	----	----	----
Erheblich verletzt	----	----	----
Leicht oder nicht verletzt	4	59	

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	Schweizerbürger, Jahrgang 1968
Lizenz	Verkehrspilotenlizenz ATPL (A) nach JAR, erstmals ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) am 29.10.1999
Berechtigungen	RTI (VFR/IFR) NIT (A) IFR (A)
Zu verlängernde Berechtigungen	AVRO RJ/BAe 146 PIC
Letzter <i>proficiency check</i>	27.10.2005
Letzter <i>line check</i>	11.03.2005
Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1
Letzte fliegerärztliche Untersuchung	13.09.2005, Befund: tauglich
Flugerfahrung gesamthaft	6119 h
auf AVRO 146-RJ	5200 h
während der letzten 90 Tage	115 h

1.5.2 Copilot

Person	Schweizerbürger, Jahrgang 1967
Lizenz	Berufspilotenlizenz CPL (A) nach JAR, erstmals ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) am 13.01.2003
Berechtigungen	RTI (VFR/IFR) NIT (A) IFR (A)
Zu verlängernde Berechtigungen	AVRO RJ/BAe 146 COPI
Letzter <i>proficiency check</i>	23.05.2005
Letzter <i>line check</i>	06.06.2005
Medizinische Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1
Letzte fliegerärztliche Untersuchung	09.08.2005, Befund: tauglich
Flugerfahrung gesamthaft	3600 h
auf AVRO 146-RJ	715 h
während der letzten 90 Tage	96 h

1.6 Angaben zum Luftfahrzeug

1.6.1 Allgemeines

Eigentümer	Swiss International Air Lines Ltd.
Halter	Swiss European Air Lines AG
Luftfahrzeugmuster	AVRO 146-RJ100
Eintragungsstaat	Schweiz
Eintragungszeichen	HB-IXQ
Hersteller	British Aerospace
Werknummer	E3282
Baujahr	1996
Eintragungsdatum	27.03.1996

1.6.2 Feststellungen nach der Landung

1.6.2.1 Sauerstoffmaske des Kommandanten

Nachdem die Besatzung das Flugzeug verlassen hatte, kontrollierte ein Mechaniker des Flugzeugunterhaltsbetriebes die Sauerstoffmaske des Kommandanten. Diese funktionierte ohne Fehler, wurde aber trotzdem zur weiteren Untersuchung ausgebaut und in die Werkstatt überwiesen.

1.6.2.2 Triebwerke

Die Triebwerke wurden visuell auf mögliche Lecks inspiziert. Es wurde dabei nichts aussergewöhnliches festgestellt. Eine zusätzliche Boroskopuntersuchung im Triebwerk Nr. 2 zeigte Ölsuren, welche auf einen möglichen Schaden an der Dichtung eines Lagers hindeuteten. Zur Bestätigung dieses Befundes wurde zusätzlich ein Boroskop-Spezialist zugezogen. Dieser bestätigte Ölsuren, welche vom Lager Nr. 1 und Nr. 2 herrührten. In der Folge wurde das Triebwerk Nr. 2 gewechselt.

1.7 Meteorologische Angaben

1.7.1 Allgemeines

Die Angaben in den Kapiteln 1.7.2 bis 1.7.4 wurden von MeteoSchweiz geliefert.

1.7.2 Allgemeine Wetterlage

Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalles befand sich die Schweiz im Einflussbereich einer ausgedehnten Tiefdruckrinne. Mit südwestlichen Winden flossen feucht-kalte Luftmassen in den Alpenraum.

1.7.3 Wetterbedingungen auf dem Flughafen Zürich

Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalles zeigte sich das Wetter auf dem Flughafen Zürich wie folgt:

Wolken:	1-2/8 um 3500 ft AMSL 5-7/8 um 5000 ft AMSL
Sicht:	35 km
Wind:	West-südwestwind um 8 Knoten
Temperatur/Taupunkt:	07 °C / 04 °C
Luftdruck:	QNH LSZH 1002 hPa, QNH LSZA 1003 hPa
Sonnenstand:	Azimet 148°, Höhe 14°
Gefahren:	Westwindturbulenzen und Vereisungsgefahr

1.7.4 Flugplatzwettermeldungen

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

TAF

LSZH 050716 24008KT 9999 SCT020 BKN060 TEMPO 0716 SHRA BKN 035

METAR

LSZH 050850 24009KT 9999 FEW022 SCT039 BKN090 06/03 Q1002 NOSIG

LSZH 050920 24007KT 210V280 9999 FEW019 BKN038 07/04 Q1002 NOSIG

1.8 Navigationshilfen

Die Sendeanlagen der Stationen DVOR/DME KLO und der ILS14 befanden sich zum Zeitpunkt des schweren Vorfalles im Normalbetrieb und standen den Betriebsdiensten uneingeschränkt zur Verfügung.

1.9 Kommunikation

Der Funkverkehr zwischen der Besatzung und den Flugverkehrsleitstellen wickelte sich ordnungsgemäss ab. Aufgrund der aufgesetzten Sauerstoffmaske und dem dauernd aktivierten *intercom (hot mike)* fühlte sich der Kommandant in der Kommunikation massiv behindert. Die Gespräche wurden am Boden lückenlos und in guter Qualität aufgezeichnet.

1.10 Angaben zum Flughafen

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. Die Bezugshöhe des Flughafens beträgt 1416 ft AMSL und als Bezugstemperatur sind 24 °C festgelegt.

Die Pisten des Flughafens Zürich weisen folgende Parameter 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

1.11 Flugschreiber

Das Flugzeug HB-IXQ war mit einem digitalen Flugdatenschreiber (DFDR) S/N 4699, und einem *cockpit voice recorder* (CVR) S/N 0236 mit 30 Minuten Aufzeichnungszeit ausgerüstet.

Da der Sicherungsautomat (*circuit breaker* - CB) des CVR erst spät nach der Landung gezogen wurde, waren die Sprachaufzeichnungen des Anfluges überschrieben und deshalb nicht mehr auswertbar.

1.12 Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle

Nicht betroffen.

1.13 Medizinische und pathologische Angaben

Es wurde keine diesbezügliche Untersuchung durchgeführt.

1.14 Feuer

Nicht betroffen.

1.15 Überlebensaspekte

Nicht betroffen.

1.16 Versuche und Forschungsergebnisse

Nicht betroffen.

1.17 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung

1.17.1 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 International Air Lines so genannte "*wet lease*" 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 Verfahren zur Überprüfung der Sauerstoffmasken

Die Verfahrensvorgaben der Fluggesellschaft schreiben im *operations manual* (OM) B im Kapitel 1.02.20 *EXPANDED CHECKLIST FFD (first flight of the day)* unter dem Punkt 19 für den Sauerstoffmaskentest folgendes vor:

OXY MASK	TESTED
<i>BOOM/MASK audio control</i>	<i>SELECT mask, check INT selected.</i>
<i>PRESS TO TEST&RESET slide</i>	<i>press and hold, check flower blinker momentarily changes to yellow</i>

<i>Mask EMERGENCY pressure knob</i>	<i>PRESS TO TEST, while holding the PRESS TO TEST&RESET slide, check flow blinker yellow, and black when released, check oxygen flow audible through interphone.</i>
<i>PRESS TO TEST&RESET slide</i>	<i>release</i>
<i>NORM/100%rocking lever</i>	<i>check 100% selected</i>
BOOM/MASK AUDIO CONTROL	SELECT BOOM

Um den *Mask EMERGENCY pressure knob* drücken zu können, muss dieser in der normalen Position sein (siehe Anlage 1). Ist dieser *pressure knob* in der Position "emergency", kann er nicht gedrückt werden.

Im Laufe der Untersuchung haben verschiedene Piloten ausgesagt, dass dieser *Mask EMERGENCY pressure knob* von einzelnen Piloten vor dem Flug in die Position "emergency" gedreht wird. Das hat zur Folge, dass beim Aufsetzen der Maske ein kontinuierlicher Sauerstoffzufluss vorhanden ist. Ob beim schweren Vorfall dieser *pressure knob* in der Position "emergency" war, konnte nicht festgestellt werden.

1.17.2 Technischer Unterhaltsbetrieb

1.17.2.1 Allgemeines

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.

1.17.2.2 Dokumentation der Workorder

Im Zuge der Untersuchung wurde der Verlauf verschiedener Störungen anhand der *workorder* (WO) verfolgt. Dabei wurde festgestellt, dass der WO 1504184 fehlte. Er war im Computersystem nicht erfasst und die entsprechende "gelbe" Kopie im *techlog* war ebenfalls nicht vorhanden.

Das Computersystem erfasst gemäss Aussage eines *supervisors* des Unterhaltsbetriebes die WO-Nummern in chronologischer Reihenfolge, stellt aber nicht fest, wenn eine Nummer fehlt.

1.18 Zusätzliche Angaben

1.18.1 Sauerstoffmaske

Die Sauerstoffmaske des Kommandanten wurde einer weiteren Untersuchung in der Werkstatt unterzogen. Bei dieser Untersuchung konnte kein Defekt festgestellt werden.

Im Weiteren ergab die Untersuchung, dass die Sauerstoffmaske gemäss Herstellerangaben (*OPERATING AND MAINTENANCE INSTRUCTIONS*) alle sechs Jahre in der Werkstatt gewartet und geprüft werden muss. Gemäss Wartungsprogramm der Swiss Maintenance sollte dies alle 2190 Tage stattfinden. Die betrof-

fene Sauerstoffmaske wurde nach den vorliegenden Unterlagen letztmals im Februar 1999 durch einen lizenzierten Betrieb überholt. Somit endete die Laufzeit der betroffenen Sauerstoffmaske im Februar 2005, zehn Monate vor dem schweren Vorfall.

Bei einem Vergleichstest am 30. Januar 2006 auf dem Flugzeug HB-IXN wurde festgestellt, dass die auf diesem Flugzeug installierte Maske nicht richtig funktionierte. Es konnte nur gegen einen grossen Druckwiderstand ausgeatmet werden. Die Maske wurde ausgebaut und zur weiteren Untersuchung dem Hersteller zugestellt.

Der Bericht dieser Untersuchung hält unter anderem folgendes fest:

"We could not confirm the problem your customer had during this incident. The only finding we had during our inspection, was that the regulator contaminated inside and outside with coffee. We even did a second test with a higher flow (30% extra) and still the results of the flow resistance were acceptable. Probably the coffee contaminated the diaphragm with the result that the diaphragm was stuck. We can advise you to do an overhaul on this unit as a preventive action..."

1.18.2 Anzeigen bezüglich Triebwerkzapfluff

Am 3. Dezember 2005, zwei Tage vor dem schweren Vorfall, hielt die Besatzung des Flugzeuges HB-IXQ im *techlog* (workorder WO 1504185) folgendes fest: *ALWAYS ABOUT 1-2 MIN'S AFTER T/O MC "ENG 1 AIR VLV" COMES ON AND STAYS ON. RESETTABLE WHEN CYCLING.*

Da die Anzeigen zurückgesetzt werden konnten, wurden durch den Unterhaltsbetrieb aus Zeitgründen keine unmittelbaren Massnahmen getroffen.

In der Nacht vom 4. auf den 5. Dezember wurde das Temperatur-Kontrollventil (*temperatur control valve*) gewechselt.

Aufgrund der Boroskopuntersuchung nach dem schweren Vorfall wurde das Triebwerk Nr. 2 gewechselt. Nach Angaben eines *supervisors* des Unterhaltsbetriebes wurde davon ausgegangen, dass damit die Störung, welche die beiden Anzeigen ausgelöst hatte, behoben war.

Am 7. Dezember 2005 hielt die Besatzung des Flugzeuges HB-IXQ im WO 1487102 folgendes fest: *AFTER TAKE OFF, AFTER THE AIRCHANGE OVER THE "ENG AIR FAULT" AND "ENG AIR VLV" CAUTION OF ENG # 1 CAME ON. RESETTABLE, THEREAFTER NORMAL OPS.*

Als Massnahme auf diese Beanstandung führte der Unterhaltsbetrieb folgende Arbeiten durch: *CHECKED MTP, FOUND # 1 DUCT OVERHEAT LATCHED. CHECKED LINES IN PYLON # 1. CHECKED VALVES, INSPECTED AND CLEANED SCREEN FILTER IN # 1 AIR VALVE. GROUND RUN PERF WITH SWITCHING APU AIR TO ENGINE AIR SEVERAL TIMES AND BACKWARD WITH PACKS ON. NORMAL OPS. RUN AND TEST IAW 72-00-00 REV 83. FILTER CLEANED IAW 36-11-11.*

In der Folge traten die beiden Anzeigen nicht mehr auf.

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

2.1.1 Rauchentwicklung

Aufgrund der Boroskopuntersuchung am Triebwerk Nummer 2 konnten Ölsuren gefunden werden, die auf einen Schaden an einer Dichtung im Bereich der Lager No. 1 und 2 hindeuteten. In der Folge bestätigte sich dieser Defekt. Mit grosser Wahrscheinlichkeit bewirkte dies, dass Ölrückstände verdampften, Rauch entwickelten und dieser in den Kreislauf der Cockpit- und Kabinenluftkonditionierung gelangte.

Die Ursache für die beiden Anzeigen "*ENG 1 AIR FAULT*" und "*ENG 1 AIR VALVE*" wurde durch den Wechsel eines Temperatur-Kontrollventils nicht behoben. Die Einschätzung, dass der Wechsel des Triebwerkes Nummer 2 die Ursache beheben würde, erwies sich als falsch. Erst das Reinigen des *screen filter* im *air valve #1*, zwei Tage nach dem schweren Vorfall, führte dazu, dass die Anzeigen nicht mehr auftraten.

2.1.2 Sauerstoffmasken

Eine Untersuchung der Sauerstoffmaske des Kommandanten bestätigte deren einwandfreies Funktionieren. Jedoch traten bei einem Vergleichstest mit einer Sauerstoffmaske in einem Flugzeug gleichen Typs Probleme beim Ausatmen auf.

Bei dieser Sauerstoffmaske wurden im Bereiche der Maskenmembrane Kaffeerückstände gefunden. Kaffeerückstände, im Speziellen von gezuckertem Kaffee, können eine Maskenmembrane verkleben und diese am richtigen Funktionieren hindern.

Der Getränkehalterring ist sowohl auf der Kommandanten- als auch auf der Copilotenseite exakt oberhalb der Sauerstoffmaske montiert. Befindet sich in diesem ein Becher, aus welchem Flüssigkeit verschüttet wird, tropft diese zwangsläufig auf die Sauerstoffmaske, was zu einer Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit der Maskenmembrane führen kann.

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

2.2.1 Flugbesatzung

Da die Sprachaufzeichnungen des Anfluges im *cockpit voice recorder* (CVR) überschrieben waren, stand für die folgende Beurteilung nebst den Aussagen der Besatzung nur das *transcript* des am Boden aufgezeichneten Funkverkehrs zwischen der Besatzung und den Flugverkehrsleitstellen zur Verfügung.

Nach dem schweren Vorfall sagte der Kommandant aus, er habe praktisch gleichzeitig mit dem Auftreten des Rauches im Cockpit die beiden Anzeigen "*ENG 1 AIR FAULT*" und "*ENG 1 AIR VALVE*" wahrgenommen. Er habe darauf intuitiv die Zapflucht des Triebwerkes # 1 wieder ausgeschaltet. Dieses Vorgehen kann als zweckmässig beurteilt werden. Es ist aber anzunehmen, dass damit die Rauchentwicklung nicht gestoppt wurde. Vielmehr kann davon ausgegangen werden, dass die Rauchentwicklung erst aufhörte, nachdem die Besatzung gemäss *emergency checklist* die *packs* ausgeschaltet hatte.

Aufgrund der zur Verfügung stehenden Informationen kann geschlossen werden, dass die Lagebeurteilung und Entschlussfassung durch die Flugbesatzung zeitgerecht und zweckmässig erfolgte.

2.2.2 Gebrauch der Sauerstoffmasken

Vor jedem ersten Flug des Tages werden durch den Copiloten die Sauerstoffmasken der Besatzung getestet. Wird dieser Test gemäss den Verfahrensvorschriften des Flugbetriebsunternehmens (OM B 1.02.20 Punkt 19) durchgeführt, steht der *Mask EMERGENCY pressure knob* in der normalen Position. Wird der *pressure knob* gedrückt, wird ein kontinuierlicher Sauerstofffluss zur Maske ausgelöst, welcher anhält bis der *pressure knob* wieder losgelassen wird.

In der Praxis wird dieser kontinuierliche Sauerstofffluss hauptsächlich dazu gebraucht, um das Maskeninnere von eventuell vorhandenem Rauch zu befreien. Dazu genügt normalerweise bei aufgesetzter Maske ein kurzes Drücken des *Mask EMERGENCY pressure knob*.

Steht der *Mask EMERGENCY pressure knob* in der *emergency* Position, erfolgt ein kontinuierlicher Sauerstofffluss, sobald die Maske aus ihrem Behälter genommen wird. Der gleiche Effekt entsteht, wenn man bei aufgesetzter Maske den *Mask EMERGENCY pressure knob* in die Position *emergency* dreht. Der kontinuierliche Sauerstofffluss in der Maske hat einerseits zur Folge, dass der vorhandene Sauerstoff rascher aufgebraucht wird. Andererseits hat der kontinuierliche Sauerstofffluss den Vorteil, dass bei extremen Rauchverhältnissen das Eindringen von Rauch in das Maskeninnere durch undichte Stellen verhindert wird.

Einzelne Piloten sagten aus, dass sie beim Sauerstoffmaskentest bereits nach dem Drücken des *PRESS TO TEST AND RESET slide* einen kontinuierlichen Sauerstofffluss festgestellt hätten, ohne den *Mask EMERGENCY pressure knob* betätigt zu haben. Eine mögliche Erklärung liegt darin, dass einzelne Piloten gemäss ihrer Aussage den *Mask EMERGENCY pressure knob* vor dem Flug in die *emergency* Position drehen. Sie begründeten dies damit, dass sie in Simulatorübungen mit Rauch im Cockpit die aufgesetzte Maske von Rauch befreien mussten und die dafür notwendige Handhabung des *Mask EMERGENCY pressure knob* als sehr umständlich empfanden.

Wird der kontinuierliche Sauerstofffluss nicht mehr gebraucht, muss unter den ob genannten Voraussetzungen der *Mask EMERGENCY pressure knob* in die normale Position gedreht werden.

Aus verfahrenstechnischen Gründen wird der Sauerstoffmaskentest nur vor dem ersten Flug des Tages durchgeführt. Dreht ein Pilot während des Tages den *Mask EMERGENCY pressure knob* in die *emergency* Stellung, kann dies für die nächste Besatzung unbemerkt bleiben. Damit kann eine Unsicherheit über die Position des *Mask EMERGENCY pressure knob* entstehen. Diese Ausgangslage ist unbefriedigend.

Nach Aussage des Kommandanten hatte dieser mit aufgesetzter Maske massive Probleme mit der Verbalkommunikation. Hierbei ist zu bemerken, dass die Kommunikation mit aufgesetzter Sauerstoffmaske generell erschwert ist. Das Maskenmikrophon kann über den *Intercomswitch* ein- und ausgeschaltet werden. Ist der *Intercomswitch* eingeschaltet, sind die Atemgeräusche sowohl über die Kopfhörer als auch über die Lautsprecher dauernd verstärkt hörbar. Ist der *Mask EMERGENCY pressure knob* in der *emergency* Stellung wird beim Sprechen der hörbare Sauerstofffluss durch das dauernde Öffnen und Schliessen der Maskenmembrane moduliert. Dadurch wird die Verständlichkeit zusätzlich beeinträchtigt.

Ist der *Intercomswitch* ausgeschaltet, sind diese Störgeräusche nicht hörbar. Die erwähnten Störgeräusche sind ebenfalls vorhanden, wenn der *Intercomswitch* in die federbelastete Stellung R/T gebracht wird, wobei in diesem Falle die Kommunikation mit den Flugverkehrsleitstellen beeinträchtigt wird.

Es ist nicht auszuschliessen, dass im schweren Vorfall der *Intercomswitch* am audio panel des Kommandanten eingeschaltet blieb.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Im Triebwerk No. 2 entstand infolge einer defekten Dichtung im Bereich der Lager No. 1 und 2 ein Ölverlust.
- Der Rauch entstand durch verdampfende Ölrückstände, welche ins System der Flugzeug-Luftkonditionierung gelangten.
- Die beiden Anzeigen "ENG 1 AIR FAULT" und "ENG 1 AIR VALVE" standen mit dem schweren Vorfall in keinem Zusammenhang.
- Am Boden konnte an der Sauerstoffmaske des Kommandanten kein Defekt festgestellt werden.

3.1.2 Besatzung

- Die Besatzung besass die erforderlichen Lizenzen und Berechtigungen.
- Die Besatzung handelte nach den Verfahrensvorschriften der Fluggesellschaft.
- Die Lagebeurteilung und Entschlussfassung durch die Besatzung waren der Situation angepasst.

3.1.3 Unterhaltsbetrieb

- Die Laufzeit der Sauerstoffmaske auf der Kommandanten Seite war seit 10 Monaten abgelaufen.

3.2 Ursachen

Der schwere Vorfall ist darauf zurückzuführen, dass sich kurz nach dem Start in Zürich im Cockpit und in der Kabine Rauch ausbreitete, welcher auf einen Ölverlust infolge eines Schadens an einer Dichtung im Bereich der Lager No. 1 und 2 im Triebwerk No. 2 zurückzuführen war.

Bern, 23. November 2006

Büro für Flugunfalluntersuchungen

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

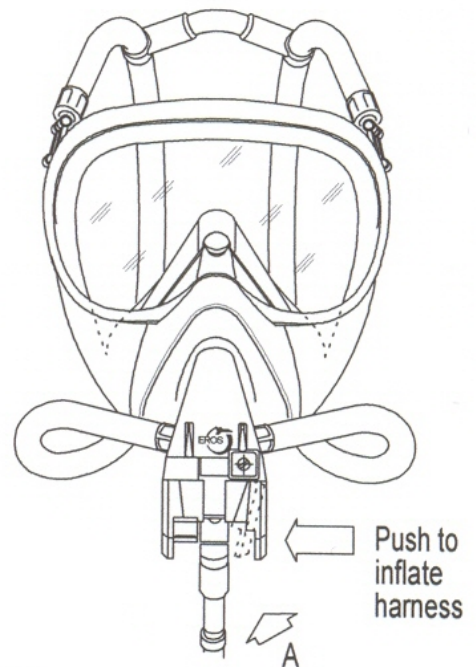
Gemäss Anhang 13 zum Abkommen über die internationale Zivilluftfahrt vom 7. Dezember 1944 sowie Artikel 24 des Bundesgesetzes über die Luftfahrt ist der alleinige Zweck der Untersuchung eines Flugunfalls oder eines schweren Vorfalles die Verhütung künftiger Unfälle oder schwerer Vorfälle. Die rechtliche 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

EROS full face quick donning mask

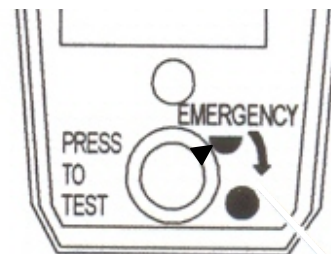
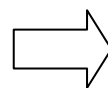
Maskenbehälter im Cockpit



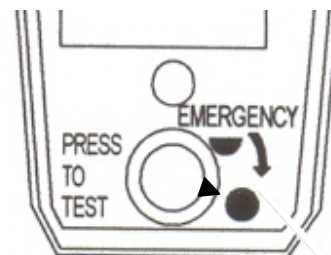
Ansicht A



Mask EMERGENCY Pressure Knob



Mask EMERGENCY Pressure Knob in der normalen Position



Mask EMERGENCY Pressure Knob in der emergency Position