



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Büro für Flugunfalluntersuchungen
Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation
Ufficio d'inchiesta sugli infortuni aeronautici
Uffizi d'investigaziun per accidents d'aviatica

Aircraft accident investigation bureau

Schlussbericht Nr. 1844

des Büros für

Flugunfalluntersuchungen

über den schweren Vorfall
des Luftfahrzeuges Embraer EMB-145LU, HB-JAH
mit der Flugnummer CRX 3439
vom 28. November 2001
im Anflug auf den Flughafen Zürich

Causes

L'incident grave est dû au fait que de l'air prélevé (*bleed air*) des réacteurs pour le fonctionnement du conditionnement de l'air a été contaminé en raison de l'encrassement de trois injecteurs du réacteur droit. Par la suite, une odeur de feu et fumée s'est propagée dans la cabine.

Durant l'approche, la coordination de l'équipage dans le cockpit a été pratiquement inexistante. Les facteurs suivants ont joué un rôle:

- Installation inadéquate des masques à oxygène dans le cockpit
- Vitre contaminée du masque à oxygène du copilote
- Panne temporaire des microphones des masques à oxygène

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht:

Entsprechend dem Anhang 13 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt (ICAO Annex 13) ist das einzige Ziel der Untersuchung eines Flugunfalls oder eines schweren Vorfalles die Verhütung solcher Ereignisse in der Zukunft. Es ist nicht Zweck dieser Untersuchung, ein Verschulden festzustellen oder Haftungsfragen zu klären. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen ist damit nicht Sache der Flugunfalluntersuchung (Art. 24 des Luftfahrtgesetzes).

Geschlechtsunabhängig wird in diesem Bericht aus Datenschutzgründen ausschliesslich die männliche Form verwendet.

Alle Zeiten in diesem Bericht sind, wo nicht anders angegeben, in koordinierter Weltzeit (*coordinated universal time* – UTC) angegeben. Im Unfallzeitpunkt galt für das Gebiet der Schweiz die mitteleuropäische Zeit (MEZ) als Normalzeit (*local time* – LT). Die Beziehung zwischen LT, MEZ und UTC lautet: $LT = MEZ = UTC + 1 \text{ h}$.

Die gültigen Formulierungen dieses Berichts liegen in deutscher Sprache vor.

Wer ein begründetes Interesse am Untersuchungsergebnis nachweist kann innerhalb von 30 Tagen nach Zustellung des Untersuchungsberichts verlangen, dass dieser durch die Eidgenössische Flugunfallkommission (EFUK) auf Vollständigkeit und Schlüssigkeit überprüft wird.

Das Büro für Flugunfalluntersuchungen bedankt sich bei den Behörden und Organisationen für die Unterstützung, die ihm bei der Durchführung der Untersuchung gewährt wurde.

Schlussbericht

Eigentümer	State Street Bank and Trust Company of Connecticut, c/o Lenz & Stähelin AG, Bleicherweg 58, 8027 Zürich
Halter	Crossair AG, Postfach, 4002 Basel
Luftfahrzeugmuster	Embraer EMB-145LU
Herstellerstaat	Brasilien
Eintragungszeichen	HB-JAH
Ort	Anflug auf den Flughafen Zürich
Datum und Zeit	28. November 2001, 15:16 UTC (Zeitpunkt der Feststellung des Geruchs)

Allgemeines

Kurzdarstellung

Im Sinkflug Richtung Zürich stellte die Besatzung in der Kabine einen Geruch fest, wie er mit überhitzten oder angesengten Gegenständen in Verbindung gebracht werden könnte. Daraufhin entschied die Cockpitbesatzung, Landepriorität zu verlangen. Im Verlaufe des Anfluges stellte die Besatzung im Cockpit leichten Rauch fest, worauf sie sich die Sauerstoffmasken aufsetzte. Das Flugzeug landete unversehrt auf der Piste 16 in Zürich. Die Passagiere konnten am geplanten Flugzeugstandplatz aussteigen.

Untersuchung

Kurz nach der Landung konnte die Untersuchung am Flugzeug aufgenommen werden.

Der schwere Vorfall ist darauf zurückzuführen, dass die Triebwerkzapflucht (*bleed air*) für den Betrieb der *airconditioning packs* mit grosser Wahrscheinlichkeit aufgrund der Verkohlung von drei Einspritzdüsen des rechten Triebwerkes kontaminiert wurde und deshalb im Flugzeug ein Brandgeruch und Rauch auftrat.

Im darauf folgenden Anflug brach die *crew coordination* im Zweimanncockpit weitgehend zusammen. Dazu haben folgende Faktoren beigetragen:

- Unzweckmässige Installation der Sauerstoffmasken im Cockpit
- Verunreinigte Sichtscheibe der Maske des Copiloten
- Zeitweise nicht funktionierende Mikrofone der Sauerstoffmasken

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

1.1.1 Vorgeschichte

Die Besatzung, bestehend aus zwei Piloten und einem Flugbegleiter, war an diesem Tag für den Flug CRX 3438 von Zürich nach Krakau und den Rückflug nach Zürich als CRX 3439 vorgesehen. Ihnen war dafür das Flugzeug EMB-145 HB-JAH zugeteilt. Der Flug von Zürich nach Krakau verlief normal. Im Sinkflug nach Krakau trat leichte Vereisung auf. Gemäss Aussage der Besatzung blieb am Boden bei einer Aussentemperatur von +1 °C eine sehr dünne Eisschicht an der Flügelseintrittskante, weshalb die Besatzung das Flugzeug vor dem Start nach Zürich enteisen liess.

1.1.2 Flugverlauf

Die Besatzung erhielt um 14:00:37 UTC in Krakau die Erlaubnis, für den Start zur Piste 26 zu rollen. Die HB-JAH konnte ohne weitere Verzögerung um 14:05:04 UTC auf der Piste 26 starten. Auf diesem Teilstück war der Kapitän (*Commander, CMDR*) *pilot non flying* (PNF), der Copilot übernahm die Aufgaben des *pilot flying* (PF). Start, Steigflug und Reiseflug auf einer Höhe von FL350 verliefen ereignislos. Um 15:05 UTC wurde die Besatzung der CRX 3539 von München Radar aufgefordert, den Sinkflug nach FL270 einzuleiten. Kurz darauf führte die Besatzung die Anflugbesprechung durch, anlässlich der ein Anflug auf Piste 14 in Zürich besprochen wurde. Sechs Minuten später, um 15:11 UTC, meldete der Flugbegleiter (*flight attendant*), dass es in der Kabine ‚verbrannt‘ rieche. Daraufhin organisierte der Kapitän die Arbeitsverteilung im Cockpit neu und übergab dem Copiloten zusätzlich die Aufgabe der Kommunikation mit der Flugsicherung, damit er sich selber dem Problem und, zusammen mit dem Flugbegleiter, den weiteren Abklärungen widmen konnte. Er wies den Flugbegleiter an, nochmals in die Kabine zu gehen. Er berichtete ihm kurz darauf, dass zwar kein Rauch sichtbar sei, es aber an gewissen Bodenabdeckungen über dem Flügel sehr heiss sei und dass es im ganzen Flugzeug ‚verbrannt‘ rieche. Die Cockpitbesatzung nahm ebenfalls einen leichten Geruch wahr. Nachdem die Abklärungen des Flugbegleiters in der Kabine einen unveränderten Stand der Dinge ergab, nahm die Besatzung eine Abschätzung vor, welcher Flugplatz am nächsten liege und entschied sich daraufhin, weiterhin in Richtung Zürich zu fliegen. Zu diesem Zeitpunkt war CRX 3439 in der Gegend des VOR Kempten (KPT), der Flughafen München lag 77 nautische Meilen (NM) hinter und der Flughafen Zürich 82 NM vor der HB-JAH. Aufgrund der Schilderung der Situation in der Kabine entschied sich der CMDR, in Zürich Landepriorität zu verlangen. Er informierte den Copiloten wie auch den Flugbegleiter entsprechend und übernahm wieder die Aufgaben des PNF. Um 15:16 UTC, unterdessen auf FL240, informierte der CMDR anlässlich seines ersten Aufrufes auf der Frequenz von *Zurich sector radar* die Flugsicherung über den Status des Fluges CRX 3439, setzte die ‚PAN PAN PAN‘ Meldung ab und verlangte Landepriorität. Im Weiteren verlangte er, dass die Feuerwehr anlässlich der Landung bereitstehen solle. CRX 3439 wurde freigegeben nach FL120 abzusinken. Um 15:17 UTC stellte der CMDR fest, dass zurzeit weder Rauch noch der Geruch nach ‚verbrannt‘ vorhanden sei und somit auf das Anziehen der Sauerstoffmasken verzichtet werden könne, worauf ihm der Copilot beipflichtete.

Der CMDR, dessen Muttersprache Englisch war, übernahm zusätzlich zur Kommunikation mit der Flugverkehrsleitung die Führung des Flugzeuges und wies den Copiloten an, die Passagiere auf Deutsch über den aktuellen Stand der Dinge zu informieren. Nachdem der Copilot dies gemacht hatte, wies ihn der Kapitän an, in der Checkliste unter „cabin smoke and cockpit“ nachzuschauen. Kurz darauf wurde CRX3439 an die Anflughelfstelle *Zurich arrival* übergeben. Auf der Frequenz von *Zurich arrival* wurde der Besatzung, welche ihre Anflugvorbereitung bezüglich einer Landung gemäss ATIS auf Piste 14 durchgeführt hatte, Piste 16 für die Landung zugeteilt. Aufgrund der hohen Arbeitsbelastung beschloss die Besatzung kurz darauf, die Problemsuche mit der Checkliste abzubrechen und zur Standardarbeitsverteilung zurückzukehren. Um 15:21 UTC stellte der CMDR im Cockpit leichten Rauch fest, worauf er beschloss, dass die Cockpitbesatzung die Sauerstoffmasken anziehen sollte. Es erwies sich in der Folge für beide Piloten als schwierig, die Masken aus den entsprechenden Behältnissen zu nehmen. Nach einiger Zeit, der Copilot schätzte später die Dauer auf ca. 30 Sekunden ein, hatten beide Piloten die Ganzgesichtsmasken (*full face masks*) angezogen. Ab diesem Zeitpunkt war die Kommunikation sowohl mit der Flugsicherung als auch cockpitintern stark erschwert. Aufgrund eines defekten Schalters funktionierten die Mikrophone in den Sauerstoffmasken nur teilweise. Zudem war die Scheibe der Ganzgesichtsmaske des Copiloten stark verunreinigt, was ihm den Eindruck vermittelte, die Rauchentwicklung habe zugenommen.

Aufgrund der erschwerten Kommunikation sowie des durch die trübe Scheibe der Maske des Copiloten für diesen verfälschten Eindruckes entstanden unterschiedliche Wahrnehmungen der beiden Piloten. Zur Verdeutlichung zwei Zitate aus den Pilotenaussagen über den Anflug:

CMDR: *At this point visual contact established, final checks done and normal landing performed. As our F/A (flight attendant) did not report a worsening situation, I decided to complete the roll out and vacate the runway. After vacating, I asked the F/A to advise situation in cabin. She advised it was OK and even seemed better, so I decided to taxi to stand. Oxy masks removed and contact re-established correctly.*

Copilot: *Der Autopilot überschoss den Localizer wie gewöhnlich, konnte ihn jedoch nicht zurückgewinnen, wahrscheinlich befanden wir uns hierfür zu nahe ca. 7-8 NM. Wegen der schlechten Sicht bat ich den Kommandanten mehrmals, das Flugzeug zu übernehmen, er verstand mich jedoch nicht, aufgrund unserer Kommunikationsprobleme. Schliesslich realisierte er und übernahm das Steuer. Von der ATC wurden wir auf 3000ft gecleared, was ich mehrmals laut bestätigte, aber nicht gehört wurde. Der Kommandant versuchte mittels TCS Button den Localizer recht aggressiv zurückzugewinnen. Ich kontrollierte unsere Flughöhe und sah hierin kein Problem, auch waren wir GS established. Ich realisierte kurz darauf, dass wir noch immer den inbound-Kurs von 137 für ILS14 gesetzt hatten mit der hingegen korrekten Frequenz von ILS16. Ich korrigierte dies. Die ATC wurde abwechselnd von uns beiden geführt, da beide teilweise gar nicht oder nach mehreren Versuchen erst vom Tower gehört wurden. Die Situation wurde von mir als sehr akut angesehen, dies aufgrund meiner schlechten Sicht und mit einem go-around im Kopf, da wir erst spät die Nadel des ILS Localizer im center hatten. Endlich waren wir auf dem Localizer (etwa 5-6 NM, also vor dem Stadlerberg) und hatten bei ca. 3-4 NM Kontakt mit der Piste und zuvor schon ground contact. Wieder war der final check aufgrund unserer Kommunikation recht schwierig. Ich insistierte und machte ihn dann für mich selbst. Die Landung und*

das Ausrollen verliefen problemlos, die Feuerwehr war da. Ich erwartete eine rapid disembarkation aufgrund des vielen Rauches. Dies wurde mir bei einem Blick in die Kabine nach dem Verlassen der Piste bestätigt. ATC communication war noch immer ein Problem. Überrascht stellte ich fest, dass der Kapitän die Maske entfernte. Ich tat kurze Zeit später dasselbe und stellte fest, dass wir praktisch keinen Rauch im Cockpit hatten.

Nach mehreren Interventionen der Anflugleitstelle *Zurich arrival* gelang es dem Kommandanten, das Flugzeug mit Hilfe von *radar vectors* auf die Anfluggrundlinie des Instrumentenlandesystems der Piste 16 zu führen. Nach ausgeprägten Korrekturen bezüglich Gleitweg und Anflugkurs landete das Flugzeug um 15:29 UTC auf der Piste 16 und rollte anschliessend zum zugewiesenen Standplatz. Die Passagiere konnten das Flugzeug normal verlassen.

1.2 Personenschäden

	Besatzung	Passagiere	Drittpersonen
Tödlich verletzt	---	---	---
Erheblich verletzt	---	---	---
Leicht oder nicht verletzt	3	18	

1.3 Schaden am Luftfahrzeug

Das Flugzeug wurde nicht beschädigt.

1.4 Drittschaden

Es entstand kein Sachschaden Dritter.

1.5 Angaben zu Personen

1.5.1 Pilot

Person	Australischer Staatsangehöriger, Jahrgang 1966
Lizenz	CH ATPL/JAR, Erstausstellung 27. Juli 2001
Berechtigungen	Landungen der Kategorie III, gültig bis 16.1.2002
Eingetragene Flugzeugtypen	EMB145, gültig bis 16.07.2002
Letzte Fliegerärztliche Untersuchung	20. März 2001, Befund: tauglich

1.5.1.1 Flugerfahrung

Flugstunden	insgesamt	2431	während der letzten 90 Tage	160
	Auf dem Muster, mit welchem der Zwischenfall geschah	218	Während der letzten 90 Tage	160

1.5.2 Copilot

Person	Schweizerbürger, Jahrgang 1971
Lizenz	CH CPL/JAR, Ersterwerb 7. September 1998
Berechtigungen	Landungen der Kategorie II, gültig bis 28.6.2002
Eingetragene Flugzeugtypen	EMB145 Copilot, gültig bis 28.6.2002, letzter Proficiency Check am 28. Juni 2001
Letzte Fliegerärztliche Untersuchung	23. Februar 2001, Befund: tauglich

1.5.2.1 Flugerfahrung

Flugstunden	insgesamt	2062	während der letzten 90 Tage	153
	Auf dem Muster, mit welchem der Zwischenfall geschah	469	Während der letzten 90 Tage	153

1.5.3 Flugbegleiter

Französischer Staatsangehöriger, Jahrgang 1977

Ausgebildet als *flight attendant* auf dem EMB145 im November 2000

S/C (Senior Cabin Crew) seit 1. August 2001

1.6 Angaben zum Luftfahrzeug

Muster	Embraer EMB-145LU
Charakteristik	Zweistrahliger Tiefdecker, Triebwerke am Heck
Baujahr / Werknr.	2000 / 145341
Triebwerke	Allison Engine Company, Inc. AE3007A1 Left engine: CAE311590, TSN 2573 Right engine: CAE311595, TSN 2573
Zulassungsbereich	Gewerbsmässig VFR bei Tag/Nacht, IFR Kat. I/II, B-RNAV (RNP 5)
Betriebsstunden	2573 h

1.7 Meteorologische Angaben

1.7.1 Allgemeine Wetterlage

Ein Hochdruckrücken erstreckte sich von den Azoren bis zu den Alpen. In einer nordwestlichen Höhenströmung überquerte eine abgeschwächte Okklusion die Schweiz.

1.7.2 Wetter auf dem Flughafen Zürich zur Vorfalzeit

Wetter/Wolken	1-2/8 Basis 900 ft AGL, 3-4/8 Basis 1300 ft AGL, 5-7/8 Basis 2000 ft AGL
Sicht	8 km
Wind	240 Grad, 4 Knoten
Temperatur/Taupunkt	+04 °C / +03 °C Freezing level: um 4500ft AMSL
Luftdruck	QNH 1020 hPa
Gefahren	keine erkennbaren
Sonnenstand	Azimut: 248° Höhe: -9°

1.7.3 Wind und Temperatur in der freien Atmosphäre

	Wind	Temperatur	Taupunkt
850 hPa (FL 050)	260 Grad 25 kt	- 01 °C	- 02 °C
700 hPa (FL 100)	280 Grad 25 kt	- 08 °C	- 10 °C
500 hPa (FL 180)	290 Grad 35 kt	- 24 °C	- 26 °C
300 hPa (FL 300)	300 Grad 40 kt	- 51 °C	- 59 °C

1.8 Navigationshilfen

Alle relevanten Navigationsanlagen arbeiteten normal.

1.9 Kommunikation

Der Funkverkehr verlief bodenseitig normal. Flugzeugseitig war das Senden durch die zeitweise (*intermittend*) nicht einschaltenden Mikrofone in den Sauerstoffmasken gestört.

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

Sowohl der Flugdatenschreiber (*Digital flight data recorder*, DFDR) als auch der Cockpitgesprächsschreiber (*Cockpit Voice Recorder*, CVR) wurden nach dem Flug ausgebaut und die Daten ausgelesen. Alle Aufzeichnungen waren von guter bis sehr guter Qualität.

1.12 Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle

Nicht betroffen.

1.13 Medizinische und pathologische Angaben

Weder die Besatzung noch die Passagiere erlitten eine gesundheitliche Beeinträchtigung oder verlangten einen Arztbesuch nach dem Vorfall.

1.14 Feuer

Es konnten weder verbrannte noch angesengte Teile am Flugzeug festgestellt werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass zu keiner Zeit Feuer vorhanden war.

1.15 Überlebensaspekte

Nicht betroffen.

1.16 Versuche und Forschungsergebnisse

1.16.1 Folgende Punkte erforderten besondere Untersuchungen:

1.16.1.1 Eruieren der Herkunft des Geruches (*smell of smoke*)

Nach dem Vorfall wurden im Unterhaltsbetrieb des Flugzeugbetreibers umfangreiche Abklärungen über die mögliche Herkunft des Geruches angestellt. Es wurden folgende Herkunftsmöglichkeiten für den *smell of smoke* in Betracht gezogen:

- Überhitzung einer Luftleitung (*bleed air duct*) zu/von den *airconditioning packs* oder der Panels, welche direkt über diesen Leitungen oder den im Flügelbereich installierten *airconditioning packs* sind
- Eintritt von kontaminierter Triebwerkzapfluft (*bleed air*) in die *airconditioning packs*

Es wurden unter anderem sämtliche Abdeckungsplatten über den Leitungen (*bleed ducts*), in welchen Luft von/zu den zwei Klimaanlage (*airconditioning packs*) geführt wird, demontiert. Auch die Panels des Kabinenbodens, unter welchen die *airconditioning packs* installiert sind, wurden demontiert. Es konnte nichts Auffälliges festgestellt werden. Anlässlich eines Standlaufes wurde versucht, die Situation zu rekonstruieren. Weder mit Speisung der *airconditioning packs* durch das APU noch durch die Triebwerke konnte ein ‚Geruch nach Verbranntem‘ (*smell of smoke*) erzeugt werden.

1.16.1.2 *Leaking front fan seal*: Die auf dem Embraer 145 installierten Triebwerke vom Typ Allison AE3007A1 haben zu Beginn ihres kommerziellen Einsatzes, auch bei Installationen auf anderen Flugzeugtypen, einige Fälle von kontaminierter Triebwerkzapfluft verursacht. In diesen Fällen gelangten Schmierstoffe durch einen undichten *front fan seal* in den Kompressor, worauf verbrannte Schmierstoffrückstände über die *bleed air* in die *airconditioning packs* gelangten. Die Auswirkungen dieser Fälle waren mit den auf dem Flug CRX3539 aufgetretenen vergleichbar. An den Triebwerken des HB-JAH wurde nach dem Vorfall eine Inspektion der *fan seals* durchgeführt. Es wurden keine Defekte festgestellt.

1.16.1.3 Kohlerückstände an den Triebwerktreibstoffeinspritzdüsen (*fuel nozzles*) Das *troubleshooting experience sheet* für den EMB145 beschreibt folgenden Fall:

‘FAULT/PROBLEM: *Oil or Fuel Smell/Haze in the Cabin (like burnt oil, or burnt fuel)*. *Engine related fuel smell is caused by fuel nozzles contaminated with*

hard carbon deposits on the primary and secondary fuel discharge ports and air paths. Carbon built up on the fuel nozzle tip inner air passage disrupts the air flow and results in back flow and fuel smell due to fuel deflected back upstream of the nozzle into the diffuser forward and outside of the combustion liner still the diffuser case.'

Anlässlich der Fehlersuche wurden am rechten Triebwerk des HB-JAH drei Triebwerkeinspritzdüsen (*fuel nozzles*) gefunden, an denen Kohlerückstände (*carbon built up*) gefunden wurden.

1.16.2 Anziehen der Sauerstoffmasken

Im HB-JAH waren Masken des sogenannten *quick donning* Typs vom Hersteller B/E Aerospace installiert (Bild 1), welche als *full face masks* ausgelegt waren. Bei diesen Masken werden per Knopfdruck die Halteschläuche aufgeblasen, um ein rascheres Anziehen der Masken zu gewährleisten. Die Sauerstoffmasken waren in separaten Behältnissen, genannt *stowage box*, in den Seitenkonsolen links des Kapitäns und rechts des Copiloten angebracht (Bild 2). Diese *stowage boxes* waren für Sauerstoffmasken ohne *full face*-Masken ausgelegt, während in diesem Flugzeug „*full face*“ Masken eingebaut waren. Die Platzverhältnisse für das Verstauen der *full face* Masken in der *stowage box* waren sehr eng. Um Kratzer an der Sichtscheibe der Maske zu vermeiden und um ein widerstandsaarmes Herausziehen der Masken aus der *stowage box* zu gewährleisten, war vom Hersteller ein Tuchsack, *liner* genannt, in der *stowage box* installiert.

Der Copilot rapportierte, dass er Mühe gehabt hätte, die Sauerstoffmaske aus ihrem Behältnis zu nehmen. Die Untersuchung stellte fest, dass der *liner* in der *stowage box* nicht installiert war, weil es beim Herausziehen der Masken zu Verhedderungen gekommen war.

Für Flüge über FL250 sind so genannte *quick donning masks* vorgeschrieben, welche das Anziehen der Masken in den gemäss Zulassung vorgeschriebenen fünf Sekunden ermöglichen. Praktische Versuche von anderen Besatzungen und an anderen Flugzeugen der Embraer 145-Flotte im Beisein des BFU zeigten, dass diese Zeitvorgabe wegen der Schwierigkeiten bei der Entnahme der Maske aus der *stowage box* in der Regel nicht eingehalten werden konnte.

Der Hersteller der Masken hat in einem *Service information letter*, welcher zehn Monate vor dem Vorfall erschienen ist, auf diese Problematik aufmerksam gemacht und eine Modifikation vorgeschlagen. Diese Modifikation brachte einen neuen *liner* mit sich, welcher am Boden der *stowage box* befestigt ist und somit beim Herausziehen der Maske nicht mitkommen sollte. Diese Modifikation war an den Flugzeugen der Crossair nicht durchgeführt worden. Sie wurde später, teilweise als Folge dieses Zwischenfalles, an allen Embraer 145-Flugzeugen der Crossair durchgeführt.

1.16.3 Durchsichtigkeit Sichtglas der Maskenscheiben

Nach dem Anziehen der Sauerstoffmasken ging der Copilot davon aus, dass sich die Situation mit der Rauchentwicklung im Cockpit verschärft hatte. Die Scheibe seiner Maske war durch einen Belag an den Innen- und Aussenseiten belegt. Anlässlich einer spontanen Überprüfung bei einigen Flugzeugen der Flotte kurz nach dem Zwischenfall fanden sich vier weitere Masken mit stark verschmutzten Sichtscheiben.

Rund drei Monate nach dem Vorfall informierte der Hersteller der Masken alle Betreiber von Flugzeugen, welche diese Masken installiert hatten, über die Herkunft und die Entfernung dieses Belages. Dieser entstand einige Zeit nach der Produktion der Masken aufgrund eines wachsähnlichen Stoffes, welcher beim Produktionsprozess verwendet und nicht sauber entfernt worden war.

1.16.4 Funktion der in den Sauerstoffmasken eingebauten Mikrofone

Nach dem Anziehen der Sauerstoffmasken traten im Cockpit Kommunikationsprobleme auf, welche die Zusammenarbeit der beiden Piloten stark erschwerten. Diese Kommunikationsprobleme hatten ihren Ursprung in den nicht richtig funktionierenden Stummschaltern der Mikrofone, welche in den Sauerstoffmasken eingebaut waren.

In den Masken waren Mikrofone vom Hersteller ‚Telex‘ eingebaut. Zum Funktionsprinzip dieser Maske: beim Einatmen strömt Sauerstoff in die Maske, in der auch das Mikrofon installiert ist (Bild 4). Weil der beim Einatmen in die Maske einströmende Sauerstoff durch die Expansion des Gases ein lautes Geräusch verursacht, welches im ‚Intercom-Betrieb‘ stark störend ist, waren diese Mikrofone mit einer elektromechanischen Funktion (sog. *reed-switch*) versehen, welche das Mikrofon während des Einatmens des Piloten ausschaltete. Aufgrund eines Fehlers war diese Funktion unzuverlässig, das Mikrofon blieb zeitweise ausgeschaltet, obwohl der Pilot nicht am Einatmen war. Die nicht funktionierenden Mikrofone der Sauerstoffmasken beeinträchtigten die Kommunikation der Piloten untereinander sowie mit der Flugsicherung beträchtlich.

Der so genannte *reed-switch*, welcher den Mikrofonstromkreis während des Einatmungsvorgangs unterbricht, kann gemäss *Service Letter* des Herstellers überbrückt werden. Diese Massnahme wurde zwischenzeitlich an allen Flugzeugen der Embraer-Flotte vorgenommen.

1.16.5 Inspektionsintervall

Der Inspektionsintervall für die Sauerstoffmasken war vor dem schweren Vorfall so festgelegt, dass diese anlässlich jedes C-Checks hätten überprüft werden sollen. Solche C-Checks finden alle 4000 Flugstunden statt. Nach dem schweren Vorfall wurde der Inspektionsintervall für diese Sauerstoffmasken auf 400 Flugstunden festgelegt.

1.17 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung

Nicht betroffen.

1.18 Zusätzliche Angaben

Nicht betroffen.

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

Anlässlich der Fehlersuche wurden am rechten Triebwerk an drei Treibstoffeinspritzdüsen Kohlerückstände gefunden. Diese Fehlersuche erfolgte nach einem *troubleshooting experience sheet* des Herstellers. Da dies ein bekanntes Problem darstellt, sollte mit definierten Intervallprüfungen ein ähnlicher Vorfall verhindert werden können.

Das schwierige Entnehmen der *full face* Sauerstoffmasken aus ihren Behältnissen sowie das Beschlagen der Sauerstoffmaskenscheiben ist nicht akzeptabel. Die Prüfung der Maskenfunktion nach 4000 Stunden anlässlich des C-Checks reicht bei weitem nicht aus. Handelt es sich bei den Sauerstoffmasken doch um eine Notausrüstung, die jederzeit einsatzbereit sein muss.

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

Die Erfahrung zeigt, dass bei Rauchentwicklung bzw. einem Brand an Bord nur eine sehr begrenzte Zeit zur Verfügung steht, in welcher entweder das Problem gelöst oder das Flugzeug am Boden sein muss. Dazu kommt, dass in solchen Fällen die Flugbesatzung nur über eingeschränkte Informationen über das tatsächliche Gefahrenpotenzial der Situation verfügt. Aus diesem Grund waren die Beurteilung der Situation durch die Flugbesatzung und die getroffenen Entscheide der Situation angepasst.

Die stark verunreinigte Scheibe der Ganzgesichtsmaske des Copiloten vermittelte diesem den Eindruck einer verstärkten Rauchentwicklung. Somit erfolgte die Lagebeurteilung der beiden Piloten recht unterschiedlich. Die zusätzlichen Kommunikationsprobleme cockpit intern sowie mit der Flugsicherung erschwerten die *crew coordination* so stark, dass diese – mindestens während gewissen Phasen des Anfluges – praktisch zusammenbrach.

Die Aufzeichnungen des Anfluges zeigen, dass dieser nur teilweise stabilisiert war. Aufgrund der geschilderten Umstände war es richtig, die Maschine trotzdem zu landen.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

- Die Besatzung verfügte über die nötigen Lizenzen und Berechtigungen.
- Das Flugzeug war für gewerbsmässige Flüge IFR bei Tag und Nacht zum Verkehr zugelassen.
- Im Cockpit und in der Kabine wurde ein Geruch von versengten oder überhitzten Teilen wahrgenommen.
- Im Cockpit wurde zeitweise leichter Rauch beobachtet.
- Die Besatzung verlangte Landepriorität auf dem Flughafen Zürich.
- Im Anflugsektor der Piste 16 befanden sich tiefe Wolkenfetzen.
- Die Sauerstoffmasken waren nur unter Schwierigkeiten aus ihren Behältnissen zu nehmen.
- Die „full face“ Maske des Copiloten hatte eine stark verunreinigte Scheibe, was seine Lagebeurteilung bezüglich Rauchentwicklung verfälschte.
- Die zeitweise nicht funktionierenden Maskenmikrophone erschwerten die Kommunikation innerhalb der Besatzung sowie mit der Flugsicherung erheblich. Die *crew coordination* im Anflug war dadurch stark beeinträchtigt.

3.2 Ursachen

Der schwere Vorfall ist darauf zurückzuführen, dass die Triebwerkzapfluft (*bleed air*) für den Betrieb der *airconditioning packs* mit grosser Wahrscheinlichkeit aufgrund der Verkohlung von drei Einspritzdüsen des rechten Triebwerkes kontaminiert wurde und deshalb im Flugzeug ein Brandgeruch und Rauch auftrat.

Im darauf folgenden Anflug brach die *crew coordination* im Zweimanncockpit weitgehend zusammen. Dazu haben folgende Faktoren beigetragen:

- Unzweckmässige Installation der Sauerstoffmasken im Cockpit
- Verunreinigte Sichtscheibe der Maske des Copiloten
- Zeitweise nicht funktionierende Mikrofone der Sauerstoffmasken

4 Sicherheitsempfehlung

4.1 Sicherheitsdefizit

Anlässlich eines Anfluges auf den Flughafen Zürich mit leichter Rauchentwicklung im Cockpit traten folgende Mängel auf:

- Die Sauerstoffmasken waren nur unter Schwierigkeiten aus ihren Behältnissen zu entnehmen.
- Die „full face“ Maske des Copiloten hatte eine stark verunreinigte Scheibe, was seine Lagebeurteilung bezüglich Rauchentwicklung verfälschte.
- Die zeitweise nicht funktionierenden Maskenmikrophone erschwerten die Kommunikation innerhalb der Besatzung sowie mit der Flugsicherung erheblich. Die *crew coordination* im Anflug war dadurch stark beeinträchtigt.

Die Sauerstoffmasken gehören zur Notausrüstung (*emergency equipment*) eines Flugzeuges. Deren Funktionstüchtigkeit muss jederzeit sichergestellt sein.

4.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 355

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sollte sicherstellen, dass auf allen entsprechend ausgerüsteten Flugzeugen die Installation, Funktionstüchtigkeit sowie der Unterhalt der verwendeten Sauerstoffmasken in einem der Installation angepassten Intervall überprüft wird.

4.3 Nach dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen

Als Folge dieses sowie weiterer Vorfälle im Zusammenhang mit diesen Masken und teilweise auf Verlangen des BAZL traf Swiss International Air Lines gemäss eigenen Angaben folgende Massnahmen:

- *„Modifikation des Mask-Liners
Einsatz eines modifizierten Mask-Liners, der eine Blockierung bzw. Behinderungen der schnellen Entfaltung und Applikation der Sauerstoffmaske verhindert (Quick-Donning). (B/E Aerospace 118816-SIL-1)*
- *Kontamination der Sichtfenster der Full-Face Masks
Ersatz der fehlerhaften Masken mit neuen Mustern, die unter neuen Qualitätsrichtlinien hergestellt wurden. Zusätzliche spezielle Maskenkontrollen innerhalb des Unterhalts-Programms alle 400 Flugstunden.*
- *Maskenmikrophone
Entfernung des sogenannten Reed-Switches, der die intermittierenden Qualitätsschwankungen, und damit Kommunikationsprobleme verursacht hat. (B/E Aerospace 145250-SIL-2)*
- *Quick Donning Training
Einführung eines flottenweiten temporären Last Flight of the Day Check der Sauerstoffmasken durch die Piloten, wobei die Masken gezogen und hinsichtlich ihrer Funktionalität geprüft werden.“*

Bern, 6. April 2006

Büro für Flugunfalluntersuchungen

Dieser Bericht wurde ausschliesslich zum Zwecke der Unfallverhütung erstellt. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen und schweren Vorfällen ist nicht Gegenstand der Flugunfalluntersuchung (Art. 24 des Luftfahrtgesetzes). Geschlechtsunabhängig wird in diesem Bericht aus Datenschutzgründen ausschliesslich die männliche Form verwendet.

Bild 1



Full face mask

Bild 2



Sauerstoffmaske, halb aus der ‚stowage box‘ gezogen

Bild 3



Verschmutzte Scheibe der Maske Copi-Seite der HB-JAH

Bild 4



In der Maske eingebautes Mikrofon