



# **Schlussbericht des Büros für Flugunfalluntersuchungen**

über den Unfall

des Luftfahrzeugs Embraer EMB-145LU, HB-JAX

vom 30. November 2002

Flughafen Zürich

### Cause

The incident was caused by a overheated PCB in the tuning back up control head due to a shortened transistor.

Aggravating in the handling of the incident was the insufficient operation of the oxygen mask system.

### Actions taken since

With respect to the problems with oxygen masks, the operator has taken the following actions:

- Glass with reduced opacity:  
The problem was localized as a contamination during the manufacturing process. The masks have been replaced and the interval of inspection has been reduced to 400 hrs.
- Intermittend operation of mask microphones:  
The problem was localized in the muting switch. This switch was bypassed by a modification of the manufacturer (174250-SIL-2).
- Maintaining the inflated condition of the mask harness after releasing the lever:  
The problem was localized in an insufficient pressure of a spring. This spring was replaced through a modification of the manufacturer (SB 174690-35-1).
- Too long time to don the mask:  
This problem is due to the small size of the storage container and the location, where he was installed. Through a regular donning of the mask after the last flight of the day, the crew is trained in the use of these masks. Thereafter the mask is repacked by specially trained maintenance personnel in accordance with the relevant procedure.

### Safety Recommendation No. 286

The Swiss aircraft accident investigation bureau recommends to the federal office for civil aviation to initiate a review of the oxygen mask system including the microphone and associated switching, checklists and container location and size together with the operator, manufacturer and certification authority.

## Schlussbericht

Dieser Bericht wurde ausschliesslich zum Zwecke der Unfallverhütung erstellt. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen ist nicht Sache der Flugunfalluntersuchung (Art. 24 des Luftfahrtgesetzes)

<b>Luftfahrzeug</b>	Embraer ERM-145LU	HB-JAX		
<b>Halter</b>	Swiss International Air Lines			
<b>Eigentümer</b>	Swiss International Air Lines			
<b>Piloten</b>	PIC: Neuseeländische Staatsangehörige, Jahrgang 1967 COPI: Deutscher Staatsbürger, Jahrgang 1959			
<b>Ausweise</b>	ATPL (PIC) und CPL/JAR (COPI)			
<b>Flugstunden (PIC)</b>	insgesamt auf dem Unfallmuster	5240 633	während der letzten 90 Tage während der letzten 90 Tage	115 115
<b>Flugstunden (COPI)</b>	insgesamt auf dem Unfallmuster	1200 831	während der letzten 90 Tage während der letzten 90 Tage	146 146
<b>Ort</b>	über RILAX			
<b>Koordinaten</b>	---	<b>Höhe</b>	---	
<b>Datum und Zeit</b>	30. November 2002, 18:30 UTC <sup>1</sup>			
<b>Betriebsart</b>	Linienflug / CRX 759			
<b>Flugphase</b>	Warteschlaufe und Anflug			
<b>Unfallart</b>	Starker elektrischer Geruch im Cockpit			

### Personenschaden

	Besatzung	Passagiere	Drittpersonen
<b>Tödlich verletzt</b>	---	---	---
<b>Erheblich verletzt</b>	---	---	---
<b>Leicht oder nicht verletzt</b>	4	21	
<b>Schaden am Luftfahrzeug</b>	---		
<b>Sachschaden Dritter</b>	---		

<sup>1</sup> Alle Zeiten in UTC (Lokalzeit (LT)= UTC + 1)

## Flugverlauf

Die Besatzung hatte ihre Schicht an diesem Tag gemeinsam um 13:55 begonnen und flog die folgenden Strecken:

LX 1579 von Wien nach Zürich

LX 758 von Zürich nach Luxemburg

LX 759 von Luxemburg nach Zürich (Flug, auf dem sich der Vorfall ereignete)

Für die letzte Flugstrecke des Tages von Luxemburg nach Zürich (LX 759) startete das Flugzeug in Luxemburg um 17:47 mit 21 Passagieren an Bord.

Der Flug verlief normal auf der geplanten Route und gelangte auf der Flugfläche (FL) 150 via RILAX in den Einflussbereich der Schweizer Flugsicherung.

Der Kopilot (COPI) war fliegender Pilot (PF) und der Kapitän (CDR) hatte die Aufgabe des nicht fliegenden Piloten (PNF) übernommen.

Die LX759 flog in die Warteschleife über RILAX. Während der Warteschleife wurde sie nach FL 120 freigegeben.

Zu diesem Zeitpunkt waren beide Flugbegleiter (FA) im Küchenbereich, wo sie einen "elektrischen Geruch" wahrnahmen.

FA 1 informierte die Flugbesatzung über den auftretenden Geruch, welche diesen ebenfalls bemerkte. Die Tür zum Cockpit blieb während dieser Zeit geschlossen.

Kurz nachdem er die Information von FA 1 erhalten hatte, ordnete der CDR den Einsatz von Sauerstoffmasken an.

Der COPI konnte seine Maske innerhalb von etwa 5 Sekunden ohne Probleme aufsetzen. Er stellte keinen "elektrischen Geruch" mehr fest, nachdem er die Maske aufgesetzt hatte. Die Sauerstoffversorgung und die Kommunikation funktionierten einwandfrei.

Der CDR gab einen Notruf durch (*MAYDAY, MAYDAY*) und ersuchte um Priorität für die Landung.

Die Flugverkehrsleitung (ATC) behandelte LX759 sofort prioritär und erteilte dem übrigen Verkehr Instruktionen betreffend Steuerkurs und Warteschlangen.

Der CDR übergab dem COPI den Funkverkehr und wollte seine Sauerstoffmaske ebenfalls aufsetzen. Er brauchte dazu etwa 15 Sekunden, weil sich die Maske nur mit Mühe aus dem Behälter nehmen liess. Er konnte den "elektrischen Geruch" noch immer wahrnehmen, auch nachdem er die Maske aufgesetzt hatte.

Die ATC gab den Flug für FL 70 frei, informierte die Besatzung über Landepiste 16 und gab ihr die Entfernung bis zur Piste bekannt.

Zu diesem Zeitpunkt wurde die Kommunikation zwischen den Besatzungsmitgliedern über die Bordsprechanlage hergestellt und überprüft.

Die ATC gab den Flug für 5000 ft QNH und später für den ILS-Anflug auf Piste 16 frei, wobei sie die Besatzung über die verbleibende Distanz zur Pistenschwelle informierte und ihr, falls

nötig, einen längeren Anflug anbot. Die Flugbesatzung bestätigte, dass die verbleibende Distanz genügte.

Während des Anflugs informierte der CDR die Kabine über seine Absicht, die Passagiere nach der Landung rasch aussteigen zu lassen, sich jedoch auch auf eine Notevakuierung vorzubereiten.

Während des Anflugs nach etwa 7 NM stellte die Flugbesatzung gewisse Probleme mit der Bordsprechanlage fest, die darauf zurückzuführen waren, dass das Mikrofon in der Maske des COPI zeitweilig aussetzte.

Der CDR führte den letzten Check durch, bekam vom COPI jedoch keine Antwort. Der COPI rückte die Sauerstoffmaske zurecht und konnte die Kommunikation so wieder herstellen.

Die ATC gab die Landeerlaubnis für Piste 16 und wies den Flug an, nach der Landung auf die Frequenz 118.10 umzuschalten.

Die Landung verlief normal; während des Ausrollens fragte der CDR die Flugbegleiter, ob es Anzeichen von Rauch oder Feuer gäbe. FA 1 bestätigte, dass der Geruch im vorderen Küchenbereich noch immer feststellbar war, während FA 2 im hinteren Teil des Flugzeugs nichts riechen konnte.

Der CDR entschied, das Flugzeug nach dem Verlassen der Piste auf dem Rollweg anzuhalten und die Passagiere rasch aussteigen zu lassen.

Nachdem das Flugzeug still stand, stieg der COPI aus, um den Passagieren beim Verlassen des Flugzeugs zu helfen. Die Passagiere verliessen das Flugzeug ohne ihr Handgepäck und wurden von einem Bus abgeholt, der sie in den Terminal brachte.

Das Flugzeug wurde anschliessend in den Hangar geschleppt und die Stromversorgung abgeschaltet. Das Sprachaufzeichnungsgerät (CVR) und der Flugdatenschreiber (FDR) sowie die beiden Sauerstoffmasken wurden für die Untersuchung ausgebaut und sichergestellt.

Der Ursprung des "elektrischen Geruchs" wurde später vom Unterhaltspersonal in einem Reserve Frequenzwahl Gerät "*Tuning back-up control head*" (TBCH) lokalisiert.

## Befunde

- Die Besatzung verfügte über die erforderlichen Ausweise.
- Das Flugzeug war zum Verkehr zugelassen.
- Beim Flugzeug HB-JAX war es bisher nie zu Vorfällen wegen Geruch/Rauch gekommen.
- Auf dem Flug von Luxemburg nach Zürich traten bis zum Einfliegen in die RILAX-Warteschleife keine unüblichen Ereignisse auf.
- Die Besatzung war auf dem dritten Teilstück ihres geplanten Tagesprogrammes, ein vierter Flug von Zürich nach Manchester war geplant.
- Die Flugbesatzung war bereits am Vortag vier Teilstrecken zusammen geflogen.

- Auf dem betroffenen Flug war der COPI der PF und der CDR war PNF.
- Während der Warteschleife in RILAX befanden sich beide FA im vorderen Küchenbereich und stellten den "elektrischen Geruch" fest.
- FA 1 informierte den CDR via Bordsprechanlage über seine Feststellung. Die Meldung war für die Flugbesatzung schlecht verständlich, weshalb der CDR nachfragen musste. Es war schon früher zu Problemen mit der Bordsprechanlage/Bordlautsprecheranlage gekommen; am 24. November 2002, d.h. sechs Tage vor dem Vorfall, wurde bereits ein entsprechender Arbeitsauftrag (WO 1227141) erteilt.
- Der CDR und der COPI nahmen den "elektrischen Geruch" gleichzeitig wahr, worauf der CDR für die Flugbesatzung das Aufsetzen der Sauerstoffmasken anordnete.
- Der CDR gab einen Notruf durch, wobei er den Standardausdruck "*MAYDAY, MAYDAY, MAYDAY*" verwendete.
- Der COPI konnte seine Sauerstoffmaske innerhalb ca. 5 Sekunden aufsetzen und stellte die Kommunikation her.
- Der CDR hatte Schwierigkeiten, die Sauerstoffmaske aus dem Behälter zu nehmen; er benötigte etwa 15 Sekunden, bis er die Maske richtig aufgesetzt hatte. Die Kommunikation konnte hergestellt werden. Wegen seiner Frisur passte die Maske nicht richtig, so dass ein kleines Leck blieb. Der CDR nahm daher den "elektrischen Geruch" auch mit aufgesetzter Sauerstoffmaske noch schwach wahr.
- Der Ursprung des "elektrischen Geruchs" wurde beim "*Tuning back-up control head*" (TBCH) CD 850 P/N 7513000-835 S/N 01102103 lokalisiert (Fig. 1).
- Anlässlich der Untersuchung des verbrannten Bereichs wurde festgestellt, dass der "elektrische Geruch" durch die Zersetzung (Verbrennungsprozess) des Materials der Leiterplatte und der flexiblen Leiterplatte entstanden war.
- Schäden wurden in drei Bereichen festgestellt:
  - SMD-Widerstände bei der Leiterplatte der Stromversorgung (PCB) 7516359-910,
  - verbrannte flexible Leiterplatte, welche die Leiterplatte der Stromversorgung mit der mehrlagigen Hauptleiterplatte verband,
  - Hitzeschaden an der mehrlagigen Hauptleiterplatte, an der das Harz auf der Oberseite bis auf die Glasfaserschicht verbrannt war (Fig. 2 und Fig. 3).
- Einige Kupferleiter waren weggeschmolzen. (Kupfer schmilzt bei einer Temperatur von etwa 1100 °C. Dieser Kunststoff beginnt sich bei einer Temperatur von etwa 330 °C zu zersetzen.)
- Giftige Gase werden bereits bei einer Temperatur von 330 °C freigesetzt. Die räumliche Ausdehnung der verbrannten Stelle war klein, so dass die giftigen Gase keine Gefahr darstellten. Die entstandenen Geruchsemissionen waren durchaus störend.
- Die Analyse des Herstellers der Einheit ergab Folgendes: *"The root cause of this failure was found to be the failure of the Q401 transistor. The Q401 transistor on the power printed circuit board (PCB) failed (random part failure) which in turn shorted the 28 VDC power to ground. This caused excessive current to flow through the 28 VDC*

*traces on the power PCB. This excessive current caused the traces to burn along with R418 and the flex connector. The short circuit could have persisted for several seconds and resulted in the emission of smoke..."*

- Beide Sauerstoffmasken P/N 174690-93 Rev. D S/N 12763 (LH) und S/N 12767 (RH) wurden untersucht; die Mikrofone in beiden Masken fielen zeitweilig aus, was auf den internen Schalter (*reed switch*) zurückzuführen ist, der das Mikrofon während des Einatmens stumm schalten sollte. Sofort nach dem Einatmen sollte die Kommunikation dank des Schalters wieder möglich sein.
- Der interne Schalter in der RH-Sauerstoffmaske funktionierte in mehreren Tests mit zeitweiligen Unterbrechungen, da der entsprechende Hebel nicht immer frei beweglich war.
- Das Unterhaltspersonal war der Ansicht, dass das Kommunikationsproblem auf das unsachgemässe Einstellen des Mikrofonwählschalters zurückzuführen sei.
- Während der Untersuchung wurden zudem Unzulänglichkeiten bei der Beschriftung der Schalter für die Umschaltung zwischen *Boom*- und Maskenmikrofon an der Bedieneinheit des Audio Systems festgestellt.

## Analyse

Der "elektrische Geruch", den die FA und die Flugbesatzung bemerkten, stammte von der Leiterplatte (PCB) und der flexiblen Leiterplatte in der TBCH, welche durch einen zu grossen Stromfluss überhitzt wurden. Dieser wurde durch einen Kurzschluss im Transistor Q401 verursacht.

Die Feststellung des "elektrischen Geruchs" durch die Besatzung war richtig. Die Besatzung hatte keine Möglichkeit, während des Flugs die Quelle genauer zu lokalisieren und zu isolieren.

Die Kommunikation zwischen der Kabinen- und der Cockpitbesatzung war der Situation angemessen. Die Qualität der Bordsprechanlage war jedoch laut CDR ungenügend. Dieses Problem war schon früher, am 24. November 2002, mittels Arbeitsauftrag WO 1227141 gemeldet worden. Am Boden liess sich das Problem nicht reproduzieren.

Der Entscheid zur Deklaration einer Luftnotlage war angemessen, da es sich um die Situation "Rauch/Geruch aus unbekannter Quelle" handelte. Die Notverfahren verlangen im Fall von Rauch aus der Belüftung, Rauch oder Feuer in der Kabine oder Elektrischem Feuer oder Rauch immer das gleiche Vorgehen, welches auswendig angewendet werden muss. Es sind dies:

Crew Oxygen Masks	DON, 100%
Smoke Goggles	DON
Crew Communication	ESTABLISH
Recirculation Fan	OFF
Diversion	CONSIDER

Die Koordination unter den Besatzungsmitgliedern war angemessen und die Passagiere wurden über die Absichten der Flugbesatzung unterrichtet.

Nach der zweimaligen Übergabe des Funkverkehrs zwischen dem COPI und dem CDR, um die Sauerstoffmasken aufzusetzen, wurde eine Kommunikationskontrolle vorgenommen, welche erfolgreich verlief. Daher kann die Aussage des Unterhaltspersonals, nach welcher das Kommunikationsproblem auf eine unsachgemässe Einstellung der Maskenschalter zurückzuführen sei, nicht zutreffen.

Das Kommunikationsproblem zwischen dem COPI und dem CDR konnte während der nachfolgenden Tests der Masken in einem anderen Flugzeug (HB-JAY) reproduziert werden.

Bei früheren Vorfällen, die ebenfalls den Einsatz von Sauerstoffmasken erforderlich machten, traten ähnliche Probleme auf.

Die Ursache des Vorfalls wird als Einzelfall betrachtet. Es ist kein anderer Vorfall mit einer verbrannten TBCH bekannt, der zu einem "elektrischen Geruch" geführt hat.

Tatsache ist aber, dass der Einsatz von Sauerstoffmasken in Flugzeugen des Typs Embraer 145 zusätzlich zu Stress und Ablenkung führt, weil

- es zu lange dauert, die Maske aus dem Behälter zu nehmen;
- die Mikrofone zeitweilig ausfallen, was die Kommunikation zwischen den Besatzungsmitgliedern in einer kritischen Phase behindert.

Es zeigt sich daher, dass dieser Typ der Maskenmikrofone und die Unterbringung im Bezug auf Grösse und Ort überprüft werden sollten.

Das Gutbefinden der einzelnen Komponenten des Maskensystems genügt nicht, da das Zusammenspiel der Komponenten, die Positionierung, das Vorgehen und die Testverfahren aufeinander abgestimmt werden müssen, damit sie als System funktionieren.

## Ursache

Der Vorfall wurde durch eine überhitzte Leiterplatte (PCB) in der „*Tuning back-up control head*“ aufgrund eines kurzgeschlossenen Transistors verursacht.

Erschwerend bei der Abwicklung des Vorfalls wirkte sich das ungenügend funktionierende Sauerstoffmaskensystem aus.

## Seither getroffene Massnahmen

Im Zusammenhang mit den Maskenproblemen hat das Flugbetriebsunternehmen die folgenden Massnahmen eingeleitet:

- Maskenscheiben mit verringerter Durchsicht:

Das Problem wurde als Verschmutzung beim Herstellungsprozess lokalisiert. Die Masken wurden ausgetauscht und die Kontrollintervalle auf 400 Std. reduziert.

- Aussetzen der Maskenmikrofone:  
Das Problem wurde in einem Schalter lokalisiert. Dieser Schalter wurde durch eine Modifikation des Herstellers überbrückt (174250-SIL-2).
- Beibehalten des aufgeblasenen Zustands des *Mask Harness* :  
Das Problem wurde in einer Feder mit ungenügendem Federdruck lokalisiert. Die Feder wurde im Rahmen einer Modifikation durch den Hersteller ersetzt (SB 174690-35-1).
- Zu lange Zeit zum Aufsetzen der Maske:  
Dieses Problem ist bedingt durch die geringe Grösse des Aufbewahrungsbehälters und den Ort seiner Unterbringung. Durch regelmässiges Entnehmen der Masken nach dem letzten Flug des Tages wird die Besatzung im Umgang mit dieser Maske trainiert. Danach wird die Maske von geschultem Personal nach einem entsprechenden Verfahren wieder eingepackt.

### **Sicherheitsempfehlung Nr. 286**

Das BFU empfiehlt dem Bundesamt für Zivilluftfahrt, eine Überprüfung des Sauerstoffmaskensystems einschliesslich der Mikrofone und der dazugehörigen Schalter, der Checklisten und der Positionierung und Grösse der Behälter zu veranlassen, dies unter Einbezug des Flugbetriebunternehmens, des Herstellers und der Bewilligungsbehörde.

Bern, 2. Dezember 2004

Büro für Flugunfalluntersuchungen

**Dieser Bericht wurde ausschliesslich zum Zwecke der Unfallverhütung erstellt. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen ist nicht Sache der Flugunfalluntersuchung (Art. 24 des Luftfahrtgesetzes)**

Beilage 1

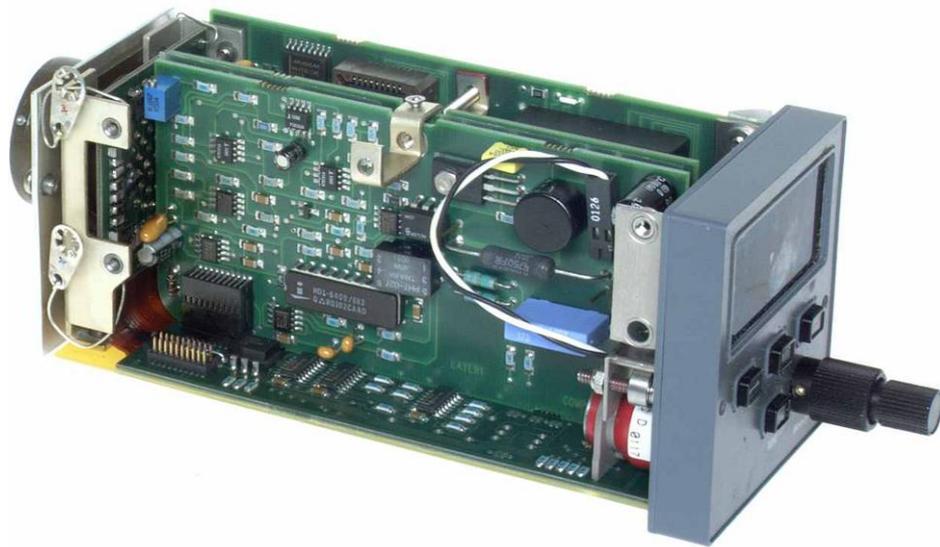


Fig.1

Tuning back up control head

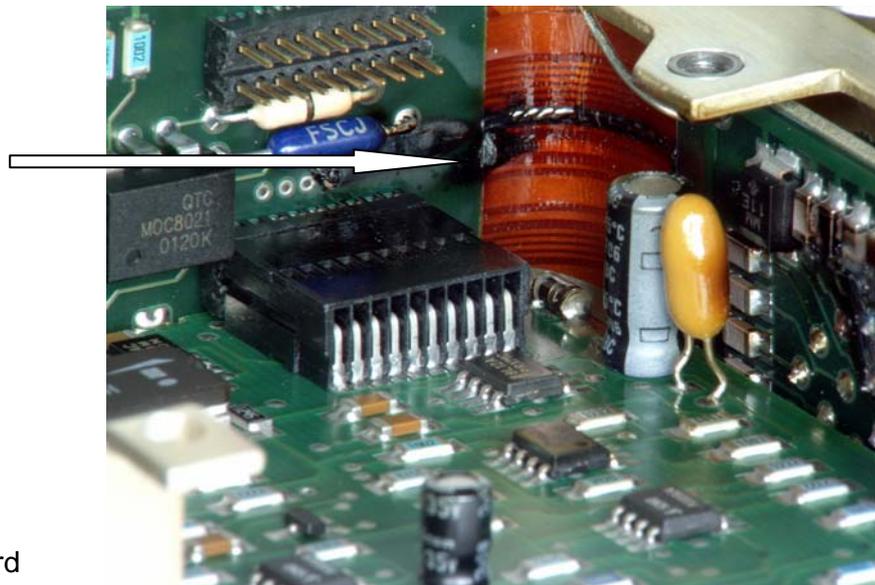


Fig.2

Schaden am Flexboard

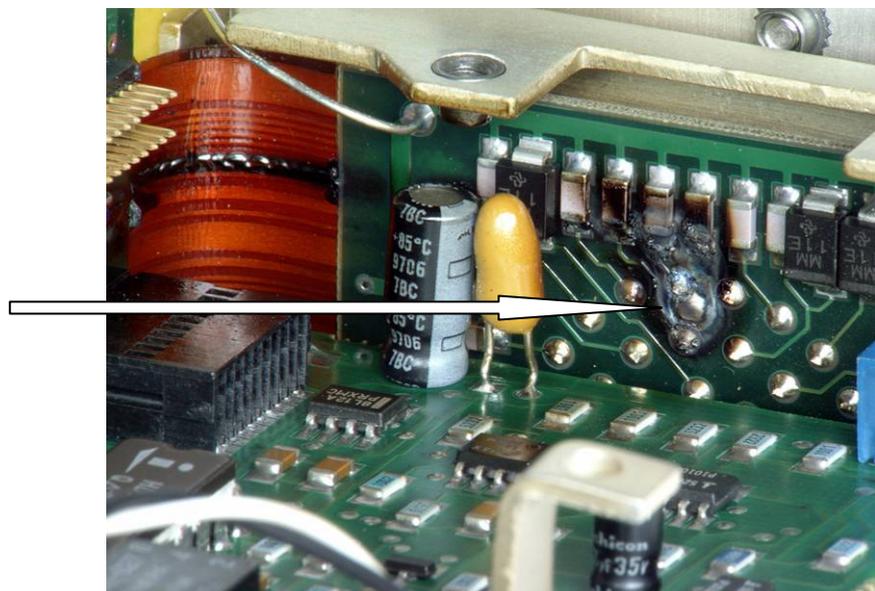


Fig.3

Schaden am PCB