



Schlussbericht Nr. 1934

der Eidg. Flugunfallkommission

über den schweren Vorfall

des Flugzeuges AVRO 146-RJ 100, HB-IXR

betrieben durch Swiss European Air Lines

unter der Flugnummer LX 0815

vom 26. Januar 2006

auf dem Flughafen Zürich

Dieser Schlussbericht wurde von der Eidgenössischen Flugunfallkommission nach einem Überprüfungsverfahren gemäss Art. 22 – 24 der Verordnung vom 23. November 1994 über die Untersuchung von Flugunfällen und schweren Vorfällen erstellt (VFU / SR 748.126.3). Er basiert auf dem Untersuchungsbericht des Büros für Flugunfalluntersuchungen vom 16. Februar 2007.

Der Bericht wurde ausschliesslich zum Zwecke der Flugunfallverhütung erstellt. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen ist nicht Gegenstand der Flugunfalluntersuchung (Art. 24 des Luftfahrtgesetzes vom 21.12.1948, LFG, SR 748.0).

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Entsprechend dem Abkommen über die internationale Zivilluftfahrt (ICAO Annex 13) ist das alleinige Ziel der Untersuchung eines Flugunfalles oder eines schweren Vorfalles die Verhütung künftiger Unfälle oder schwerer Vorfälle. Es ist nicht Zweck dieser Untersuchung, ein Verschulden festzustellen oder Haftungsfragen zu klären.

Gemäss Art. 24 des Schweizer Luftfahrtgesetzes ist die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen und schweren Vorfällen nicht Gegenstand der Flugunfalluntersuchung.

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, die im Unfallzeitpunkt der mitteleuropäischen Sommerzeit (MESZ) als Normalzeit (*local time* – LT) entsprach. Die Beziehung zwischen LT, MESZ und UTC lautet: $LT = MESZ = UTC + 1 \text{ h}$.

Der Wortlaut des deutschsprachigen Berichtes ist massgebend.

Inhaltsverzeichnis

Allgemeines	6
Kurzdarstellung	6
Untersuchung	6
Ursachen	6
1. Sachverhalt	7
1.1 Flugverlauf	7
1.2 Personenschäden	9
1.3 Schaden am Luftfahrzeug	9
1.4 Drittschaden	9
1.5 Angaben zu Personen	10
1.5.1 Kommandant	10
1.5.2 Copilot	10
1.5.3 Kabinenbesatzung	10
1.5.4 Betriebsarbeiter	11
1.6 Angaben zum Luftfahrzeug	11
1.6.1 Allgemeine Angaben	11
1.6.2 Externe Stromversorgung des Flugzeuges	11
1.7 Meteorologische Angaben	12
1.7.1 Allgemeines	12
1.7.2 Allgemeine Wetterlage	12
1.7.3 Prognosen und Warnungen	12
1.7.4 Gemessene und beobachtete Werte	12
1.7.5 Wetterbedingungen auf dem Flughafen Zürich	12
1.7.6 ATIS Meldungen LSZH	12
1.8 Navigationshilfen	14
1.9 Kommunikation	14
1.10 Angaben zum Flughafen	14
1.10.1 Allgemeines	14
1.10.2 Räum- und Streuverfahren der Bewegungsflächen auf dem Flughafen	15
1.10.3 Energieversorgung der Flugzeuge an den Fingerdocks des Terminal 1	15
1.11 Flugschreiber	16
1.12 Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle	16
1.13 Medizinische und pathologische Feststellungen	16
1.14 Feuer	16
1.15 Überlebensaspekte	16
1.16 Versuche und Forschungsergebnisse	16
1.16.1 Untersuchungen an der flugzeugseitigen Steckerplatte	16
1.16.2 Untersuchungen am dockseitigen Stecker	17
1.17 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung	17
1.17.1 Das Flugbetriebsunternehmen Swiss European Air Lines	17
1.17.1.1 Allgemeines	17
1.17.1.2 Vorschriften und Verfahren bezüglich Evakuation	17

1.17.2	Der Flughafenbetreiber	18
1.17.2.1	Allgemeines	18
1.17.2.2	Grundlagen für den Winterdienst	18
1.17.2.3	Operative Umsetzung des Winterdienstes	19
1.17.2.4	Die Flugzeugenergieversorgung	20
1.17.2.5	Ausbildung	20
1.17.3	Der Unterhaltsbetrieb Avireal AG	21
1.17.4	Der Dienstleistungsbetrieb Swissport	22
1.17.4.1	Allgemeines	22
1.17.4.2	Anstellung und Ausbildung der Betriebsarbeiter	22
1.17.4.3	Qualitätskontrolle im Unternehmen	23
1.17.4.4	Verarbeitung von aussergewöhnlichen Vorfällen	23
1.18	Zusätzliche Angaben	24
1.19	Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken	24
2.	Analyse	25
2.1	Technische Aspekte	25
2.1.1	Anschliessen der externen Stromversorgung am Flugzeug	25
2.1.2	Benützung der dockseitigen Flugzeugenergieversorgungsanlage	25
2.1.3	Gefahrenpotentiale mit Enteisungsmitteln	26
2.1.4	Enteisung der Bewegungsflächen	26
2.1.5	Kontaminierung des dockseitigen Steckers	26
2.2	Menschliche und betriebliche Aspekte	27
2.2.1	Flugbesatzung	27
2.2.2	Alarmierung der Feuerwehr	28
2.2.3	Betriebsarbeiter	28
3.	Schlussfolgerungen	29
3.1	Befunde	29
3.1.1	Technische Aspekte	29
3.1.2	Besatzung	29
3.1.3	Dienstleistungsbetrieb	29
3.1.4	Rahmenbedingungen	29
3.2	Ursachen	29
4.	Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen	30
4.1	Durch die Flughafenbetreiberin	30
4.2	Durch den Unterhaltsbetrieb Avireal	30
4.3	Durch den Dienstleistungsbetrieb Swissport	30
4.4	Durch die Flugzeughersteller Boeing und Airbus	31
	Anlagen	32
	Anlage 1: Russspuren auf der Rumpfoberfläche	32
	Anlage 2: Riss vom Kontaktstift zum Steckerplattenrand	32
	Anlage 3: Loch im Rumpf	33
	Anlage 4: Zerstörter dockseitiger Stecker	34
	Anlage 5: Kontaktstifte auf der flugzeugseitigen Steckerplatte	35
	Anlage 6: Kabelaufziehvorrichtung	35

<i>Anlage 7: Flüssigkeitsrückstände auf dem dockseitigen Stecker</i>	<u> </u>	36
<i>Anlage 8: W/I Arbeitsanweisung (Beispiel 603EG19)</i>	<u> </u>	37
<i>Anlage 9: Schleifspuren am zwei Tage alten Stecker</i>	<u> </u>	38
<i>Anlage 10: Schutzrohr für den dockseitigen Stecker</i>	<u> </u>	39
<i>Anlage 11: Brief der Flugzeughersteller Boeing und Airbus vom Juli 2006</i>	<u> </u>	40

Schlussbericht

Eigentümer	Swiss International Air Lines Ltd, CH-4002 Basel
Halter	Swiss European Air Lines AG, CH-4052 Basel
Luftfahrzeugmuster	AVRO 146-RJ100
Herstellerland	Grossbritannien
Eintragungsstaat	Schweiz
Eintragszeichen	HB-IXR
Flugregeln	Instrumentenflugregeln (<i>instrument flight rules</i> – IFR)
Ort	Flughafen Zürich
Datum und Zeit	26. Januar 2006, 09:50 UTC

Allgemeines

Kurzdarstellung

Am 26. Januar 2006 landete das Flugzeug AVRO 146-RJ100 mit dem Eintragszeichen HB-IXR der Fluggesellschaft Swiss European Air Lines von Hannover kommend um 09:41 UTC auf dem Flughafen Zürich.

Um 09:47 UTC erreichte das Flugzeug seinen ihm zugewiesenen Standplatz A-57. Während des Abarbeitens der *parking checklist* stellte die Besatzung im Bereich der Ruderpedale des Copiloten eine Stichflamme fest, welche von einer starken Rauchentwicklung begleitet war.

Der Kommandant entschied sich unverzüglich zu einer *emergency evacuation* und gab den entsprechenden Befehl. Da die Fluggastbrücke bereits am Flugzeug angedockt war, fiel beim Öffnen der linken vorderen Türe das Paket mit der Notrutsche, ohne sich zu öffnen, auf den Boden der Fluggastbrücke. In der Folge entschied sich die Besatzung, die Passagiere unverzüglich aussteigen zu lassen (*rapid disembarkation*). Innerhalb weniger als zwei Minuten hatten alle Passagiere inklusive Kabinenbesatzung das Flugzeug verlassen.

Nach dem Stillstand des Flugzeuges auf dem Standplatz A-57 schloss ein Betriebsarbeiter des zuständigen Dienstleistungsbetriebes das Kabel für die externe Stromversorgung am Flugzeug an. Danach begab sich der Betriebsarbeiter zum Fingerdock, um den Strom einzuschalten. Unmittelbar darauf stellte er eine starke Rauchentwicklung im Bereich des Steckeranschlusses fest und alarmierte über seinen Funk die Flughafenfeuerwehr.

Untersuchung

Das BFU wurde am 26. Januar 2006 von der *airport authority* über den schweren Vorfall orientiert und eröffnete noch am selben Tag eine Untersuchung.

Ursachen

Der schwere Vorfall ist mit grosser Wahrscheinlichkeit darauf zurückzuführen, dass der dockseitige Stecker mit Enteisermittel für die Flugplatzbewegungsflächen kontaminiert worden war, was in der Folge zu einem Kurzschluss führte.

1. Sachverhalt

1.1 Flugverlauf

Am 26. Januar 2006 startete das Flugzeug vom Typ AVRO 146-RJ100 mit der Flugnummer LX 0815 in Hannover (D) zu einem Linienflug nach Zürich (CH). Um 09:41 UTC landete das Flugzeug nach einem ereignislosen Flug auf der Piste 14 in Zürich. Nach der Landung wurde der Besatzung der Standplatz A-57 am Terminal 1 zugewiesen.

Gemäss Aussage des Kommandanten rollte er mit dem Flugzeug relativ langsam zum Standplatz, da das Vorfeld teilweise schneebedeckt war. Er hatte den Eindruck, dass der als nass erkennbare Standplatz enteist worden war.

Nach dem Stillstand und dem Setzen der Parkbremse verlangte der Kommandant vom Copiloten das Abarbeiten der *parking checklist*. Der Copilot kam diesem Befehl nach. Unter anderem befahl er gemäss dieser *parking checklist* via Lautsprecheranlage: "*disarm slides*". Dieser Befehl verlangte von den beiden Flugbegleitern im vorderen respektive hinteren Teil der Kabine die Deaktivierung des Auslösemechanismus der in den Türen eingebauten Notrutschen. Noch bevor der Copilot die Checkliste beendet hatte, bemerkte der Kommandant eine ca. 40 cm lange Stichflamme von gelb/blauer Farbe auf der Seite des Copiloten, im Bereich der Ruderpedale. Die Stichflamme war von einem starken schwarzen Rauch begleitet. Der Copilot zog seine Füsse reflexartig zurück.

Da sich der Ursprung der Stichflamme nicht eruieren liess, entschied sich der Kommandant, das Flugzeug gemäss *emergency evacuation checklist* zu evakuieren. Dabei gab er unter anderem über die Lautsprecheranlage den Befehl: "*emergency – open seat belts – evacuate!*" Diesen Befehl gab er gemäss seiner Aussage mindestens zweimal.

Der Copilot hörte diesen Befehl, konnte sich aber gemäss seiner Aussage nicht daran erinnern, dass ihm der Kommandant explizit befahl, die Punkte der *emergency checklist* für "*emergency evacuation*" abzuarbeiten. Er führte in der Folge die entsprechenden Punkte in der *emergency checklist* nicht aus. Diese hätten unter anderem verlangt, das Hilfsaggregat (*auxiliary power unit – APU*) des Flugzeuges auszuschalten. Da er gemäss seiner Aussage sicher war, dass die APU nicht die Quelle der Stichflamme sein konnte, liess er diese laufen, um damit die Stromversorgung im Flugzeug nicht zu unterbrechen.

Der Flugbegleiter im vorderen Teil der Kabine hatte aufgrund des normalen Ablaufs die Notrutschen der beiden vorderen Türen bereits deaktiviert. Er war gerade im Begriff, sich via Bordtelefon beim zweiten Flugbegleiter zu erkundigen, ob dieser die Notrutschen der hinteren beiden Türen ebenfalls deaktiviert habe, als er den Befehl des Kommandanten zu einer *emergency evacuation* vernahm. Der Flugbegleiter versicherte sich in der Folge durch das Fischauge in der vorderen linken Türe, ob die Fluggastbrücke bereits ans Flugzeug herangefahren worden war. Da er nichts erkennen konnte, armierte er die Notrutsche erneut und öffnete die Türe. Dabei fiel das Paket mit der Notrutsche, ohne sich zu öffnen, auf den Boden der in der Zwischenzeit herangefahrenen Fluggastbrücke. Hierauf entschied sich der Flugbegleiter, die Passagiere rasch auf dem normalen Weg aussteigen zu lassen.

Nachdem der Kommandant den Copiloten beauftragt hatte, die Feuerwehr zu alarmieren, verliess er seinen Sitz und begab sich in die Kabine. Dort sah er, dass der verantwortliche Flugbegleiter die vordere linke Türe bereits einen Spalt geöffnet hatte und dass mehrere Passagiere im Flugzeuggang bereit standen, um das Flugzeug zu verlassen.

Der Kommandant begab sich gemäss seiner Aussage unverzüglich zur vorderen rechten Türe (*service door*) und aktivierte den Auslösemechanismus der Notrutsche, welcher gemäss *parking checklist* zu diesem Zeitpunkt bereits deaktiviert war. Er vergewisserte sich nach aussen, dass kein Feuer sichtbar war und öffnete die Türe. Dabei wurde die Notrutsche aufgeblasen.

In der Zwischenzeit war auf der linken Seite des Flugzeuges die Türe ganz geöffnet worden und der Kommandant unterstützte den Entschluss des Flugbegleiters, die Passagiere unverzüglich auf dem normalen Weg von Bord gehen zu lassen (*rapid disembarkation*). Der Flugbegleiter forderte die Passagiere mehrmals laut auf, das Handgepäck zurückzulassen und das Flugzeug raschmöglichst zu verlassen.

Nun begab sich der Kommandant gemäss seiner Aussage wieder ins Cockpit. In der Zwischenzeit hatte der Copilot aus eigenem Antrieb den Feuerlöscher in die Richtung, aus der die Stichflamme gekommen war, entleert.

Es war kein Feuer mehr sichtbar und auch der schwarze Rauch schien sich langsam zu verziehen. Aufgrund dieser neuen Situation kehrte der Kommandant in die Passagierkabine zurück. Um das schnelle Aussteigen durch die linke vordere Türe nicht zu behindern, stellte er sich in der vorderen Bordküche so auf, dass die Passagiere nicht zum geöffneten *service door* abzweigen konnten.

Der Flugbegleiter im hinteren Teil der Kabine nahm gemäss seiner Aussage den vom Kommandanten durchgegeben Befehl zu einer *emergency evacuation* wahr. Aufgrund dieses Befehls hätte er die beiden hinteren Notrutschen wieder armenieren und die beiden Service-Türen, nach einem Kontrollblick nach aussen, öffnen müssen. Da ihm sichtbare Anzeichen für eine Notsituation fehlten, unterliess er dies. Er hätte erwartet, dass die Stromversorgung im Flugzeug unterbrochen und die Notbeleuchtung (*emergency lights*) in der Kabine eingeschaltet würde. Hinzu kam, dass er durch das Fischauge beider Türen keine Unregelmässigkeiten ausserhalb des Flugzeuges feststellen konnte. Aus seiner Wahrnehmung verliessen die Passagiere das Flugzeug normal.

Nach weniger als zwei Minuten, so die Aussage der Besatzung, hatten alle Passagiere das Flugzeug verlassen und der Kommandant befahl auch den beiden Flugbegleitern dies zu tun.

Um 09:48:08 UTC forderte die Besatzung auf der Frequenz von Zurich Delivery die Feuerwehr an ("*request fire brigade*"). Zurich Delivery verlangte darauf eine Bestätigung, dass es sich beim Aufrufenden um LX 0815 handle. Der Copilot bestätigte dies und forderte noch einmal die Feuerwehr an. Zurich Delivery fragte nach dem Grund, worauf der Copilot meldete: "*we have a fire in the avionics bay and we do presently an evacuation on the gate*". Zurich Delivery bestätigte um 09:48:53 UTC, dass die Feuerwehr unterwegs sei.

Gemäss Protokoll der Feuerwehr wurde dieselbe um 09:48:30 UTC alarmiert und traf um 09:50:58 UTC auf dem Standplatz A-57 ein. Sie konnte von ausserhalb des Flugzeuges kein Feuer mehr erkennen. Hingegen war auf der rechten Seite, im Bereich der Flugzeugnase, eine markante schwarze Rauch- respektive Russspur vorhanden.

Bodenseitiger Arbeitsablauf am Standplatz

Nach dem Stillstand des Flugzeuges auf dem Standplatz A-57 schloss ein Betriebsarbeiter des zuständigen Dienstleistungsbetriebes das Kabel für die externe Stromversorgung am Flugzeug an. Danach begab er sich zum Bedienungskasten am Fingerdock, um den Strom einzuschalten. Unmittelbar darauf stellte der Betriebsarbeiter eine starke Rauchentwicklung im Bereich des Steckeranschlusses fest und alarmierte über seinen Funk die Flughafenfeuerwehr.

Ob der Betriebsarbeiter dabei gleichzeitig die Stromzufuhr wieder ausschaltete oder ob diese automatisch unterbrochen wurde, konnte er nicht mehr mit Bestimmtheit sagen.

1.2 Personenschäden

	Besatzung	Passagiere	Drittpersonen
Tödlich verletzt	---	---	---
Erheblich verletzt	---	---	---
Leicht oder nicht verletzt	4	64	1

1.3 Schaden am Luftfahrzeug

Am Luftfahrzeug entstand an der Steckerplatte des flugzeugseitigen Anschlusses für die externe Stromversorgung und in der unmittelbaren Umgebung beträchtlicher Schaden. Schwarze Russspuren lagerten sich im gesamten Bereich des Anschlusses und auf der Rumpfoberfläche ab (siehe Anlage 1).

Die Steckerplatte selbst war an der Oberfläche stark verbrannt. Drei Kontaktstifte für die Übertragung des Dreiphasenwechselstromes waren weg geschmolzen und befanden sich im dockseitigen Stecker. Die Steckerplatte zeigte weiter einen kleineren Riss zwischen zwei Kontaktstiften und einen grösseren Riss von einem Kontaktstift zum Plattenrand (siehe Anlage 2).

Die Steckerplatte befand sich in einer von aussen zugänglichen Zelle (*bay*) im Flugzeugrumpf. Die Zellenwand war an einer Stelle durchgebrannt. Dadurch entstand eine Öffnung, durch welche Feuer und Rauch ins Cockpit gelangen konnten (siehe Anlage 3).

1.4 Drittschaden

Der Stecker der dockseitigen Stromversorgung wurde zerstört. Drei Kontaktstifte der flugzeugseitigen Steckerplatte waren mit den Buchsen des Steckers verschmolzen. Das Steckergehäuse zeigte Schmelzspuren und war stark verrusst (siehe Anlage 4).

1.5 Angaben zu Personen**1.5.1 Kommandant**

Person	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1967
Lizenz	Linienpilotenlizenz (ATPL) nach JAR, ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL), gültig bis 13.07.2010
Berechtigungen	RTI (VFR/IFR) NIT (A) IFR (A)
Letzter <i>proficiency check</i> (OPC)	20.06.2005
Letzter <i>line check</i> (LC)	27.06.2005
Eingetragene Flugzeugmuster	AVRORJ/BAe146
Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1
Letzte fliegerärztliche Untersuchung	31. März 2005, Befund: tauglich
Flugerfahrung gesamthaft	5801 h
auf AVRO 146-RJ	5044 h
während der letzten 90 Tage	51 h

1.5.2 Copilot

Person	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1971
Lizenz	Linienpilotenlizenz ATPL (A) nach JAR, ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL), gültig bis 28.07.2010
Berechtigungen	RTI (VFR/IFR) NIT (A) IFR (A)
Letzter <i>proficiency check</i> (OPC)	16.07.2005
Letzter <i>line check</i> (LC)	07.10.2005
Eingetragene Flugzeugmuster	AVRORJ/BAe146
Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1
Letzte fliegerärztliche Untersuchung	18. Januar 2006, Befund: tauglich
Flugerfahrung gesamthaft	3450 h
auf AVRO 146-RJ	660 h
während der letzten 90 Tage	125 h

1.5.3 Kabinenbesatzung

Personen	Zwei Flugbegleiter
----------	--------------------

1.5.4 Betriebsarbeiter

Person	Betriebsarbeiter
Berechtigungen	Durch den Dienstleistungsbetrieb intern ausgebildet, qualifiziert und geprüft.

1.6 Angaben zum Luftfahrzeug**1.6.1 Allgemeine Angaben**

Flugzeugmuster	AVRO 146-RJ100
Hersteller	British Aerospace Ltd., Woodford, Cheshire, England
Charakteristik	Vierstrahliges Verkehrsflugzeug
Baujahr	1995
Werknummer	E3281
Triebwerke	4 Allied Signal LF507-1F
Zulassungsbereich	Cat. IIIA RVR 150 m / DH 50 ft LVTO RVR 125 m RVSM RNP 5 <i>Dangerous goods</i>
Lufttüchtigkeitszeugnis	Ausgestellt am: 01.11.2005 / Nr. 2
Unterhalt	Swiss Maintenance Basel
Treibstoff	Jet A1

1.6.2 Externe Stromversorgung des Flugzeuges

Das Flugzeug HB-IXR ist mit einem Anschluss für die externe Stromversorgung ausgerüstet. Dieser befindet sich auf der rechten Seite des Flugzeuges und wird nach dem Öffnen eines Deckels zugänglich. Der Anschluss besteht im Wesentlichen aus einer Steckerplatte, welche als Träger für die Kontaktstifte dient.

Mit der externen Stromversorgung wird ein Dreiphasenwechselstrom zugeführt. Die Spannung zwischen den Phasen beträgt rund 200 Volt, bei einer Frequenz von 400 Hz. Die Spannung zwischen jeder Phase und dem Nullleiter (*neutral*) beträgt 115 Volt. Damit weist die externe Stromversorgungsquelle diesbezüglich die gleichen Parameter auf, wie die flugzeugseitigen Generatoren (Triebwerke, APU).

Um die externe Stromversorgung im Flugzeug zuschalten zu können, müssen verschiedene Bedingungen erfüllt sein. Zuerst muss der dockseitige Stecker korrekt mit dem flugzeugseitigen Anschluss verbunden sein. Dann müssen sich Spannung und Frequenz der externen Stromversorgungsquelle innerhalb bestimmter Grenzwerte bewegen und die Phasenfolge muss stimmen. Diese Parameter werden im Flugzeug durch die *external power monitor unit* überwacht.

Die externe Stromversorgung kann in keinem Fall mit den flugzeugseitigen Generatoren parallel geschaltet werden.

Nachdem der Stecker der externen Stromversorgung eingesteckt und die Spannung am Dock zugeschaltet worden ist, leuchtet im Cockpit die Lampe „*external power available*“ auf. Dies ist für die Besatzung ein Zeichen, dass nun auf die externe Stromversorgung umgeschaltet werden kann.

1.7 Meteorologische Angaben

1.7.1 Allgemeines

Die Angaben im Kapitel 1.7.2 bis 1.7.5 wurden von MeteoSchweiz geliefert, diejenigen im Kapitel 1.7.6 von Skyguide.

1.7.2 Allgemeine Wetterlage

Die Schweiz befand sich im Einflussbereich eines kleinen Tiefdruckgebietes. Hochreichende feuchte Kaltluft floss gegen die Alpennordseite und sorgte vormittags in Zürich für andauernden leichten Schneefall.

1.7.3 Prognosen und Warnungen

TAF vom Flughafen Zürich-Kloten (LSZH) für den Zeitraum des schweren Vorfalls:

LSZH 260716 VRB03KT 4500 BR FEW015 SCT025 BKN030 BECMG 0912 6000
FEW040 BKN060 PROB30 TEMPO 0716 2500 –SN BKN020

LSZH AAA 260716 VRB03KT 2200 –SN FEW005 SCT015 BKN020 TEMPO 0716
1200

1.7.4 Gemessene und beobachtete Werte

METAR vom Flughafen Zürich-Kloten (LSZH) für den Zeitraum des schweren Vorfalls:

LSZH 260950Z VRB02KT 1800 -SN FEW003 SCT007 BKN012 M01/M02 Q1011
10490192 14490427 16490148 TEMPO BKN015

1.7.5 Wetterbedingungen auf dem Flughafen Zürich

Wolken 1-2/8 auf 1700 ft AMSL, 3-4/8 auf 2100 ft AMSL,
5-7/8 auf 2600 ft AMSL

Wetter Leichter Schneefall

Sicht 1800 m

Wind variabel mit 2 Knoten

Temperatur/Taupunkt -01 °C / -02 °C

Luftdruck QNH LSZH 1011 hPa, QNH LSZA 1016 hPa

1.7.6 ATIS Meldungen LSZH

Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls wurden folgende ATIS Meldungen ausgestrahlt:

INFO BRAVO

LDG RWY ILS APCH

QAM LSZH 0920Z 26.01.2006

310 DEG 3 KT

VIS 1500 M

LIGHT SNOW

CLOUD FEW 300 FT. SCT 700 FT. BKN 1100 FT

-01/-02

QNH 1011 ONE ONE

QFE THR 14 961

QFE THR 16 962

QFE THR 28 961

TREND TEMPO BKN 1500 FT
GEN DE-ICING PROC IN OPS

RWY-REPORT NR. 258 0840

RWY 14.

FULL LEN 60 M WIDE 51 % TO 100 % PATCHES OF DRY SNOW UP TO 4 MM
BA 27. 57. 31

RWY 16.

FULL LEN 60 M WIDE COVERED WITH DRY SNOW UP TO 3 MM
BA 28. 22. 19

RW 28

FULL LEN 60 M WIDE DAMP 51 % TO 100 % PATCHES OF DRY SNOW UP TO 1
MM

BA MEDIUM TO POOR

APN AND TWY PATCHES OF DRY SNOW

INFO DELTA

LDG RWY ILS APCH

QAM LSZH 0950Z 26.01.2006

310 DEG 3 KT

VIS 1800 M

LIGHT SNOW

CLOUD FEW 300 FT. SCT 700 FT. BKN 1200 FT

-01/-02

QNH 1011 ONE ONE

QFE THR 14 961

QFE THR 16 961

QFE THR 28 961

TREND TEMPO BKN 1500 FT

GEN DE-ICING PROC IN OPS

RWY-REPORT NR. 260 0930

RWY 14.

FULL LEN 60 M WIDE 51 % TO 100 % PATCHES OF DRY SNOW UP TO 4 MM
BA 27. 57. 31

RWY 16.

FULL LEN 60 M WIDE COVERED WITH DRY SNOW UP TO 1 MM
BA 55. 61. 48

RW 28

FULL LEN 60 M WIDE DAMP 51 % TO 100 % PATCHES OF DRY SNOW UP TO 1
MM

BA MEDIUM TO POOR

EDGES COVERED WITH DRY SNOW

APN AND TWY PATCHES OF DRY SNOW

INFO FOXTROT

LDG RW 14 ILS APCH

QAM LSZH 1020Z 26.01.2006340 DEG 4 KT

VIS 4000 M

LIGHT SNOW

CLOUD FEW 1000 FT. BKN 1300 FT

-01/-02
QNH 1011 ONE ONE
QFE THR 14 961
QFE THR 16 962
QFE THR 28 961
TREND BECMG BKN 1500 FT
GEN DE-ICING PROC IN OPS

RWY-REPORT NR. 261 1005
RWY 14.
FULL LEN 60 M WIDE 51 % TO 100 % PATCHES OF DRY SNOW UP TO 4 MM
BA 27. 57. 31

RWY 16.
FULL LEN 60 M WIDE COVERED WITH DRY SNOW UP TO 1 MM
BA 55. 61. 48

RW 28
FIRST PART 50 M WIDE WET. SECOND AND THIRD PART 60 M WIDE COVERED
WITH DRY SNOW UP TO 17 MM
BA POOR

EDGES COVERED WITH DRY SNOW.
APN AND TWY PATCHES OF DRY SNOW

1.8 Navigationshilfen

Nicht betroffen.

1.9 Kommunikation

Es gibt keine Hinweise auf Unregelmässigkeiten im Funkverkehr mit den Flugverkehrsleitstellen *tower* und *apron*. Die Anforderung der Feuerwehr erfolgte auf der Frequenz von Zurich Delivery. 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

1.10.2 Räum- und Streuverfahren der Bewegungsflächen auf dem Flughafen

Im Rahmen des Winterdienstes werden durch den Flughafenbetreiber folgende "Räum- & Streuverfahren" (OMSW-3-1-1-011-RL) angewendet:

- *Schneeräumung auf Bewegungsflächen*
- *Streuverfahren für Bewegungsflächen zur Vorbeugung gegen Vereisung, zur Enteisung und zum Abstumpfen¹*
- *Glättebehandlungsarten*

Bei den Glättebehandlungsarten wird zwischen präventiver und aktiver Behandlung unterschieden. Bei der präventiven Behandlung wird in die Feuchte/Nässe der Bewegungsfläche fester oder flüssiger Bewegungsflächenenteiser ausgebracht.

Für die Enteisung im Zeitraum des schweren Vorfalles wurde das flüssige Enteisungsmittel "AVIFORM L50" verwendet.

1.10.3 Energieversorgung der Flugzeuge an den Fingerdocks des Terminal 1

An den Fingerdocks des Terminal 1 werden Flugzeuge mit elektrischer und/oder pneumatischer Energie versorgt. Die pneumatische Energie kann für die Klimatisierung der Flugzeuge verwendet werden.

Das System für die Versorgung der Flugzeuge mit elektrischer Energie umfasst im Wesentlichen einen Umformer, den dockseitigen Bedienungskasten und das Kabel mit Aufzugvorrichtung. Am offenen Ende des Kabels befindet sich ein Stecker, auf dessen Rückseite weitere Bedienungselemente angebracht sind.

Der Umformer dient zur Umwandlung der Dreiphasenwechselspannung, wie sie im lokalen Netz zur Verfügung steht (3x400V, 50 Hz), in eine Dreiphasenwechselspannung, wie sie im Flugzeug verwendet wird (3x200V, 400 Hz).

Die Kabelaufzugvorrichtung dient der Aufhängung respektive der Führung des Kabels. Sie ist seitlich oben am Fingerdock angebracht (siehe Anlage 6). Im unbenutzten Zustand wird das Kabel an zwei Punkten hoch gehievt, so dass dieses beim Bewegen des Docks den Boden nicht berührt. Ist ein Flugzeug angedockt, kann das Kabel durch Ausfahren der Kabelaufzugvorrichtung zum Flugzeug geführt werden. Dies hat den Vorteil, dass das Kabel nicht über die ganze Wegstrecke am Boden entlang geschleift werden muss. Zur Steuerung der Kabelaufzugvorrichtung dienen zwei Druckknöpfe, welche sich auf der Rückseite des Steckers befinden.

In der Nähe des Steckers ist ein Gurt mit einem Haken angebracht. Dieser wird, sofern am Flugzeug eine entsprechende Vorrichtung vorhanden ist, dort eingehängt. Der Gurt dient als Zugsentlastung für den Stecker.

Der Stecker enthält sechs Buchsen, welche über die Kontaktstifte am Flugzeug geschoben werden. Vier davon dienen der Übertragung des Dreiphasenwechselstromes. Über die kleinen Buchsen ‚E‘ und ‚F‘ schliesst sich der flugzeugseitige Überwachungsstromkreis (siehe Anlage 9). Die Buchse ‚E‘ ist mit einem Mikroschalter versehen, welcher anspricht, wenn der flugzeugseitige Kontaktstift ganz in die Buchse eingeführt ist. Der Mikroschalter ist Teil des dockseitigen Überwa-

¹ Abstumpfen bedeutet auf Eis oder kompaktem Schnee das Streuen von Sand.

chungssystem. Die Energieversorgung zum Flugzeug lässt sich deshalb nur einschalten, wenn der Stecker richtig sitzt.

Auf der Rückseite des Steckers befinden sich zwei Druckknöpfe mit welchen sich die Energieversorgung zum Flugzeug ein- und ausschalten lässt. Aus Sicherheitsgründen wurde der Druckknopf für das Einschalten bereits vor dem schweren Vorfall deaktiviert. So konnte der Strom nur noch am Bedienungskasten am Fingerdock eingeschaltet werden.

Das Anschliessen des Kabels am Flugzeug erfolgt beim Dienstleistungsbetrieb Swissport im Einmann-Betrieb. Dabei legt der Betriebsarbeiter das Kabel über seine Schulter, führt dieses zum Flugzeug und steckt den Stecker ein. Danach geht er zurück zum Bedienungskasten am Fingerdock und schaltet den Strom ein.

1.11 Flugschreiber

Nicht betroffen.

1.12 Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle

Nicht betroffen.

1.13 Medizinische und pathologische Feststellungen

Nicht betroffen.

1.14 Feuer

Die Besatzung gab zu Protokoll, im Cockpit eine Stichflamme gesehen zu haben, welche innert Sekunden von dichtem schwarzem Rauch eingehüllt wurde.

Der Betriebsarbeiter, welcher den Stecker im Flugzeug einsteckte und anschliessend den Strom zuschaltete, gab zu Protokoll, Rauch gesehen zu haben, jedoch kein Feuer.

1.15 Überlebensaspekte

Nicht betroffen.

1.16 Versuche und Forschungsergebnisse

1.16.1 Untersuchungen an der flugzeugseitigen Steckerplatte

In der nach dem schweren Vorfall ausgebauten flugzeugseitigen Steckerplatte, an welcher Teile abgebrannt respektive abgeschmolzen waren, wurde ein Riss festgestellt (siehe Anlage 2).

Für die makroskopische Untersuchung wurde der Riss in der Steckerplatte geöffnet und zur Kontraststeigerung der Bruchhälfte wurde eine Bruchhälfte mit Gold besputtert. Der Bruch war normalflächig und makroskopisch verformungsarm. Der Bruchausgangsbereich konnte in den Innenbereich der beiden Bohrungen gelegt werden. In der Mitte der Steckerplatte, im Bereiche der beiden Bohrungen, waren ca. zwei Drittel des Querschnittes der Platte durch den Kurzschluss

verbrannt. Je weiter von der Mitte entfernt, desto weniger waren thermische Verformungen sichtbar.

Obwohl die Frage der Rissentstehung nicht schlüssig beantwortet werden kann, kann davon ausgegangen werden, dass der Kurzschluss nicht durch den Riss verursacht wurde.

1.16.2 Untersuchungen am dockseitigen Stecker

Der sehr stark beschädigte Stecker wurde geöffnet um herauszufinden, ob Enteisflüssigkeit eingedrungen war. In den Abdeckschalen sowie im Stecker selbst konnten Reste einer Flüssigkeit festgestellt werden (siehe Anlage 7).

Für die physikalisch-chemische Untersuchung wurden je eine Probe des Enteisungsmittels AVIFORM L50 und der Flüssigkeitsrückstände aus dem Stecker entnommen. Die Proben wurden darauf mittels energiedispersiver Röntgenanalytik (EDX) und qualitativ chemisch analysiert.

Im Rasterelektronenmikroskop konnten sowohl im Enteisungsmittel wie auch in den Flüssigkeitsrückständen grosse Mengen (>10%) von Kalium, Kohlenstoff, Sauerstoff und Silicium festgestellt werden.

In den Flüssigkeitsrückständen konnte ferner eine beträchtliche Menge von Kupfer und Zink nachgewiesen werden.

In der Enteisflüssigkeit, wie auch in den im Steckerinnern vorgefundenen Flüssigkeitsrückständen konnten durch eine qualitativ chemische Analyse Formiate nachgewiesen werden. Die Eindampfrückstände beider Flüssigkeiten hatten praktisch die gleiche Elementzusammensetzung.

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 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 Vorschriften und Verfahren bezüglich Evakuation

Die im Flugbetriebsunternehmen gültigen Vorschriften sind im *operations manual* (OM) A des Flugbetriebsunternehmens festgehalten.

Die einschlägigen Verfahren sind in der "Abnormal and Emergency" Checkliste des Flugbetriebsunternehmens festgelegt. Die entsprechenden Aktionen der Piloten bei einer *on ground emergency* sind im Verfahren unter dem Titel "EMERGENCY EVACUATION" definiert. Im Kapitel 11.25.1 sind die Aufgaben des Kommandanten und diejenigen des Copiloten wie folgt definiert:

<i>CAPTAIN:</i>	
<i>AIRCRAFT</i>	<i>STOP</i>
<i>WHEELBRAKES</i>	<i>PARK</i>
<i>THRUST LEVERS</i>	<i>FUEL OFF</i>
<i>PA</i>	<i>order evacuation</i>
 <i>CO-PILOT</i>	
<i>Pressurization</i>	<i>MAN-OPEN</i>
<i>APU</i>	<i>STOP</i>
<i>APU FIRE EXT</i>	<i>DISCH</i>
<i>FIRE HANDLES</i>	<i>Pull to full extent</i>
	<i>Rotate to EXT 1 or 2</i>
	<i>As required</i>
 <i>Call ATC on RMP1/VHF COMM No. 1</i>	
<i>BATT POWER</i>	<i>Leave ON</i>

Der letzte Checklistenpunkt des Kommandanten besagt, dass er über die Lautsprecheranlage die Evakuation befehlen soll (*order evacuation*). Der Wortlaut des Evakuationsbefehls ist im OM B 1.11.10 des Flugbetriebsunternehmens wie folgt definiert: "*emergency – open seat belts – evacuate!*"

1.17.2 Der Flughafenbetreiber

1.17.2.1 Allgemeines

Am 25. November 1999 wurde durch eine Volksabstimmung die Privatisierung des Flughafens gutgeheissen. Im März 2000 erfolgte der Zusammenschluss von Flughafendirektion und Flughafen Immobiliengesellschaft FIG zur Flughafen Zürich AG. Am 6. April 2000 wurde die neue Flughafenunternehmung unter dem Namen Unique lanciert.

Am 1. Juni 2001 trat die neue Betriebskonzession in Kraft und Unique löste den Kanton Zürich als Betreiberin des Flughafens ab. Die neue Betriebskonzession gilt für 50 Jahre.

Vom November 2001 bis Ende Januar 2002 übernahm Unique von verschiedenen Swissair Konzerngesellschaften diverse für den Flughafen zentrale Schlüsselsysteme.

Als Eigentümerin der Infrastruktur und als Betreiberin ist Unique verpflichtet, den Betrieb des öffentlichen Verkehrs Luftfahrt in Zürich zu gewährleisten. Sie verfügt in Eigenregie über sämtliche Funktionen die für die Aufrechterhaltung und den reibungslosen Ablauf des Betriebes unerlässlich sind.

1.17.2.2 Grundlagen für den Winterdienst

Im Rahmen der von der Schweizerischen Eidgenossenschaft erteilten Konzession hat der Betreiber des Flughafens die Pflicht, die Betriebsbereitschaft und Sicherheit des Flughafens jederzeit zu gewährleisten. Um Starts und Landungen im planmässigen- und nichtplanmässigen Luftverkehr zu ermöglichen, wird im Winterhalbjahr bei entsprechender Witterung die Betriebssicherheit des Flughafens mit Hilfe geeigneter Winterdienstmassnahmen aufrechterhalten.

Der Winterdienst beinhaltet unter anderem ein Räumungskonzept, welches von der Schneeart, der Schneemenge und dem Zeitpunkt des Schneefalls abhängig

ist. Ferner hat die Schneeräumung, wie auch die Enteisung dem Umwelt-, Boden- und Gewässerschutz Rechnung zu tragen.

Ob und wann was geräumt respektive enteist wird, entscheidet die Airport Authority. Wie und womit geräumt respektive enteist wird, entscheidet die Airfield Maintenance.

1.17.2.3 Operative Umsetzung des Winterdienstes

Der Winterdienst² wird in der Regel in zwei Bereiche aufgeteilt, den Verkehrsbereich und den Technischen Bereich.

Die Aufgaben des Verkehrsbereichs sind:

- *Der Verkehrsbereich ist verantwortlich für die Beurteilung des betriebssicheren Oberflächenzustandes der Bewegungsflächen sowie die rechtzeitige Einleitung von Winterdienst Massnahmen.*
- *Er bestimmt mit der skyguide und in Abstimmung mit dem Winterdienst Koordinator die Einsatzpunkte und Reihenfolge für die Räumung der Bewegungsflächen.*
- *Er kontrolliert den Zustand der Bewegungsflächen periodisch sowie nach Winterdienst-Einsätzen und veröffentlicht die Ergebnisse.*
- *Er bestimmt den Zeitpunkt der Unterbrechung bzw. Weiterführung des Flugbetriebes. Die FLUGSICHERUNG SKYGUIDE und die Luftverkehrsgesellschaften sind vor derartigen Ereignissen rechtzeitig zu informieren.*
- *Grundsätzlich können die Bewegungsflächen nur vom Verkehrsbereich gesperrt und für eine Wiederbenutzung freigegeben werden.*

Die Aufgaben des technischen Bereichs sind:

Der technische Bereich ist verantwortlich für den technischen Einsatz. Hier insbesondere für:

- *Die Koordination und Leitung des gesamten Winterdienst-Einsatzes*
- *Die Bereitschaft und den Einsatz der Winterdienst-Kräfte*
- *Die Einsatzbereitschaft der Winterdienst-Technik*
- *Das Vorhandensein der Streumittel*
- *Die Durchführung des Winterdienstes auf den Flugbetriebsflächen nach Weisungen des Verkehrsbereichs*
- *Die Durchführung des Winterdienstes auf den sonstigen Betriebsflächen*
- *Die Planung der voraussichtlichen Dauer der Unterbrechung des Flugbetriebs durch Winterdienst-Massnahmen.*

Alle für den Winterdienst verantwortlichen Stellen sind verpflichtet, die mit dem Winterdienst in Zusammenhang stehenden Informationen, Aktivitäten und Ergebnisse zu protokollieren.

Aus den vorliegenden Protokollen geht hervor, dass der Standplatz A-57 letztmals am Morgen des 22. Januar 2006 enteist worden war. Weiter ist festgehalten

² OMSW-3-4-1-008-RL, Operative Umsetzung Winterdienst

ten, dass die nördlichen Standplätze des Fingerdocks A, also auch der Standplatz A-57, am Morgen des 26. Januar 2006, d.h. am Tag des schweren Vorfalls, nicht enteist worden waren. Bei diesem handelt es sich um einen Standplatz, der ein beheizbares Mittelfeld besitzt, das in der Regel nicht mit Enteisungsmittel behandelt und von daher nicht direkt kontaminiert wird.

Am Tag des schweren Vorfalls wurden gemäss Protokoll die südlichen Standplätze des Fingerdocks A, wie auch die Rollwege enteist. Zu bemerken ist in diesem Zusammenhang, dass ein solcher Rollweg direkt am Standplatz A-57 vorbeiführt.

1.17.2.4 Die Flugzeugenergieversorgung

Aus Gründen des Umweltschutzes kommt der externen Versorgung von Flugzeugen mit Strom und klimatisierter Luft eine grosse Bedeutung zu.

Um den Einsatz der Hilfsaggregate auf ein Minimum zu beschränken steht an den Fingerdocks des Terminal 1 eine zentrale Flugzeugenergieversorgungsanlage zur Verfügung. Mit dieser können parkierte Flugzeuge mit Strom und klimatisierter Luft versorgt werden.

Als Konzessionärin des Bundes ist Unique für den Betrieb der Infrastruktur verantwortlich. Unique hat Avireal verpflichtet dafür zu sorgen, dass die Flugzeugenergieversorgungsanlage jederzeit verfügbar ist.

Diese Verpflichtung ist in so genannten W/I (Wartung/Instandhaltung) Arbeitsanweisungen detailliert geregelt. Diese W/I-Arbeitsanweisungen beinhalten auf der einen Seite die Arbeitsabläufe und auf der andern Seite die Intervalle, in welchen entsprechende Kontrollen durchgeführt werden müssen (siehe Anlage 8). Die entsprechenden Kontrollen werden protokolliert.

Bis zum schweren Vorfall begnügte sich Unique mit dem Einsehen der Kontrollprotokolle, welche durch Avireal erstellt wurden. Sie selbst führte explizit keine Kontrollen durch.

1.17.2.5 Ausbildung

Grundsätzlich erfolgte die Ausbildung der Spezialisten an den Anlagen der Unique durch die entsprechenden Dienstleistungsbetriebe selbständig. Unique selbst war zuständig für die entsprechenden Schulungsunterlagen, Weisungen und Orientierungen, wie mit ihren Anlagen umzugehen sei. Sie orientierte ihre Dienstleistungsanbieter auch kontinuierlich über Änderungen und Vorkommnisse.

Was die Einführung des neuen Flächenenteisungsmittels betrifft, wurden die betroffenen Stellen am 20. September 2005, 15. November 2005 und 6. Dezember 2005 informiert.

Protokollauszug der Informationssitzung vom 6. Dezember 2005:

Ab dem Winter 2005/6 wird ein neues Flächenenteisungsmittel (Fabrikat AVIFORM, Hersteller Yara Formates AS) am Flughafen Zürich eingesetzt. Dieses Enteisungsmittel ist biologisch gut abbaubar, kann sich jedoch nachteilig auf die Sicherheit bei der 400 Hz Stromversorgungsanlagen auswirken (mobile und stationäre Anlagen. X [Name ist dem BFU bekannt] hat an einer Information am 15.11.2005 verschiedene Firmen am Flughafen darüber informiert.

In der gleichen Orientierung wurden die Dienstleistungsunternehmen bezüglich Handhabung der Anlagen unter anderem wie folgt instruiert:

- *Der Anschluss und die Bedienung der Stromversorgung darf nur von einer Person vorgenommen werden.*
- *Die Einschaltung darf erst erfolgen, wenn alle Personen den Gefahrenbereich von ca. 2 m verlassen haben.*
- *Ab sofort kann in den Wintermonaten nicht mehr vom 400 Hz Stecker zugeschaltet werden, das Einschalten ist nur noch am Schalter beim Fahrwerk der FGB (Fluggastbrücke) möglich.*
- *Die Flugzeugstecker dürfen nicht auf den Boden gelegt werden.*

Im Weiteren wurden unter dem Punkt "Massnahmen zur Risikominimierung" unter anderem folgende Punkte festgehalten:

- *Die Geräte der Stromversorgung dürfen nicht mit dem Enteisungsmittel besprüht werden (mobile und stationäre Anlagen).*
- *Das Enteiserteam meldet der Avireal, wann Flächen und Docks enteist wurden.*

Diese Weisungen basierten nicht zuletzt auf einem Vorfall, welcher sich am 29. November 2005 ereignet hatte. Ein Elektromonteur wollte, aufgrund einer Meldung über Spannungsschwankungen an der 400 Hz Anlage, die Spannung am Stecker messen. Es schneite und die Standplätze waren enteist worden. Der Arbeitsvorgang wurde korrekt ausgeführt, jedoch gab es beim Zuschalten des Stroms einen Knall und es entstand ein Lichtbogen. Der Elektromonteur erlitt Verbrennungen an Gesicht, Hals und Hand. Die interne Untersuchung kam zum Schluss, dass beim Versprühen des Enteisungsmittels auf den Standplätzen dasselbe in den Stecker gelangt sein musste und dass dadurch der Kurzschluss ausgelöst wurde.

Unique führte in Eigenregie, mit jedem Dienstleistungsunternehmen separat, zweimal jährlich, eintägige Kurse durch. Zentrale Punkte an diesen Kursen waren gemäss Kursübersicht:

Ziele

- *Richtige Bedienung*
- *Weniger Schäden*
- *Sicherheit im Betrieb*
- *Feedback an Anlagebesitzer*

Ablauf

- *Zuständigkeiten bei Unique und Avireal*
- *Bedienung der 400 Hz Stromversorgung*
- *Bedienung Klimaversorgung PCA*
- *Hauptsächliche Bedienungsfehler*
- *Feedback*

1.17.3 Der Unterhaltsbetrieb Avireal AG

Avireal bezeichnet sich als führende Anbieterin im Markt des Integrierten Facility Management (IFM). Avireal ist spezialisiert auf die Betreuung von technisch komplexen Gebäudeinfrastrukturen und Betriebseinrichtungen.

Im Jahre 1997 wurde der Facility Management Bereich aus der ehemaligen Swissair herausgelöst, verselbständigt und in die Avireal AG überführt.

Im Bereich des Flughafens Zürich wurde die Avireal durch Unique unter anderem für die Instandhaltung und Instandsetzung folgender Anlagen verpflichtet:

- Flugzeugenergieversorgung
- Flugzeugenteisungsanlage

Die für den Unterhalt zuständigen Avireal Mitarbeiter können von einer zentralen Überwachungskonsole aus die Funktionen der Flugzeugenergieversorgung überwachen und steuern.

Der Störungsdienst der Avireal meldete der Technik den schweren Vorfall per Telefon. Da der verantwortliche Vorarbeiter das Telefon mithörte, rückte er mit einem Mitarbeiter sofort mit dem Auto aus, ohne vorher das zentrale Überwachungssystem zu konsultieren. Am Standplatz A-57 vergewisserten sich die beiden, ob das Kabel spannungslos sei und schalteten den "Gate-Abgangsschalter" aus. Anschliessend informierten sie die zuständige Stelle von Unique.

1.17.4 Der Dienstleistungsbetrieb Swissport

1.17.4.1 Allgemeines

Bis zum Jahre 1996 operierte die heutige Swissport unter dem Namen "Swissair Ground Services". Nach 1996 wurde sie ein Teil der SAirServices division und arbeitete als unabhängiger Dienstleistungsanbieter für Bodendienste (*ground handling company*).

Swissport bietet weltweit auf über 170 Stationen verschiedenste Dienstleistungen an. Auf dem Flughafen Zürich sind dies:

- Ground Handling Services
- Executive Aviation
- Aviation Security
- Maintenance Services

Swissport ist unter anderem für den Anschluss der Flugzeuge der Swiss European Air Lines an die externe Flugzeugenergieversorgung am Fingerdock verantwortlich.

1.17.4.2 Anstellung und Ausbildung der Betriebsarbeiter

Die Mindestanforderungen für neue Betriebsarbeiter sind gemäss Swissport unter anderem eine Schweizer Staatsbürgerschaft oder eine Niederlassungsbewilligung C, der Besitz eines Fahrausweises der Kategorie B und die Fähigkeit, die deutsche Sprache zu verstehen und zu sprechen.

Wird ein neuer Betriebsarbeiter angestellt, durchläuft dieser eine dreitägige interne Ausbildung. Während dieser Ausbildung wird er mit administrativen Belangen vertraut gemacht. Ferner muss er die nach JAR-OPS vorgeschriebene Ausbildung über Gefahrgüter (*dangerous goods*) durchlaufen, welche mit einem Test abgeschlossen wird. Bestandteil dieser Ausbildung ist ferner das Bestehen des *safety* Tests von Unique, welcher Voraussetzung zur Erlangung des Flughafenausweises ist. Zum Abschluss dieser dreitägigen Ausbildung erfolgt eine Fahr-schule auf dem Vorfeld.

Tests werden teils mündlich abgenommen und teils über *computer based training* (CBT) durchgeführt. Ausgedruckte Testresultate müssen vom Mitarbeiter unterschrieben werden. Die Testergebnisse werden für jeden Betriebsarbeiter in sei-

nem persönlichen Dossier abgelegt und sind Bestandteil der *skill* Datenbank von Swissport.

Die Ausbildung der Betriebsarbeiter an den entsprechenden Geräten erfolgt im praktischen Einsatz. Da diese Geräte täglich benützt werden, erfolgt keine diesbezügliche, wiederkehrende Ausbildung.

Alle zwei Wochen findet ein Fachrapport statt. Dabei werden Neuerungen oder Probleme besprochen und eventuelle Fragen behandelt.

Alle zwei Jahre verlangt das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) den Nachweis, dass der Kurs über Gefahrgüter erfolgreich wiederholt wurde.

1.17.4.3 Qualitätskontrolle im Unternehmen

Swissport erachtet die Eigenverantwortung der Mitarbeiter als wichtigen Bestandteil für die Qualitätssicherung im Betrieb. Dies manifestiert sich darin, dass die *supervisor* täglich mit ihrer Unterschrift bezeugen müssen, dass nach den geltenden Vorschriften und Weisungen gearbeitet wurde.

Die Arbeit der Betriebsarbeiter wird monatlich betriebsintern vor Ort überprüft, um sicherzustellen, dass nach geltenden Vorschriften gearbeitet wird. Zusätzlich finden externe Audits durch Unique und Kunden der Swissport statt. Bei den Audits von Unique wird die Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen, welche für das Vorfeld gelten (*ramp safety*), überprüft.

1.17.4.4 Verarbeitung von aussergewöhnlichen Vorfällen

Über aussergewöhnliche Vorfälle werden die Betriebsarbeiter mittels einer "FACHINFO RAMP" oder einer "Safety Information" am Anschlagbrett orientiert.

Safety Informationen, welche durch Swissport als kritisch eingestuft werden, werden mit jedem einzelnen Betriebsarbeiter besprochen. Dieser muss mit seiner Unterschrift bezeugen, dass er den Inhalt der "Safety Information" verstanden hat.

Vor dem schweren Vorfall machte Swissport die Betriebsarbeiter mittels "Safety Information" vom 30. November 2005 auf die Einführung eines neuen Flächenenteisungsmittels durch Unique wie folgt aufmerksam:

Die Vorteile des neuen Flächenenteisungsmittels:

- *Günstigeres Produkt*
- *Verbesserte Enteiswirkung*
- *Biologisch abbaubar*

Die Nachteile des neuen Flächenenteisungsmittels:

- *Aggressiveres Mittel, welches Material angreift*
- *Starke Stromleitfähigkeit*

Die Betriebsmitarbeiter wurden ferner auf folgende Punkte aufmerksam gemacht:

- *Strom darf nur zugeschaltet werden, wenn der Stecker eingesteckt ist.*
- *Der Strom muss von demjenigen zugeschaltet werden, der den Stecker eingesteckt hat (1 Mann-Betrieb).*
- *Der Stecker darf nie auf dem Boden geschleift werden und sollte nicht mit dem Enteisungsmittel in Berührung kommen.*

- *Falls der Pilot Stromschwankungen oder sonstige Störungen meldet, darf nicht versucht werden durch Rütteln und sonstige Manipulation einen Wackelkontakt zu beheben. (Brand- und Stromschlaggefahr). In diesen Fällen muss der Strom ausgeschaltet werden und die Avireal (Dock) oder Werkstatt (GPU) umgehend informiert werden.*
- *Als weitere Sicherheitsmassnahme wird während der Wintersaison die Stromzuschaltmöglichkeit an den Steckern deaktiviert.*

Die im letzten Punkt erwähnte Deaktivierung wurde am 25. Januar, dem Tag vor dem schweren Vorfall, abgeschlossen.

1.18 Zusätzliche Angaben

In Zusammenarbeit mit der Flughafen München GmbH (FMG) führte der TÜV im Spätherbst 2004 eine Gefährdungs- und Risikoabschätzung durch Flächenenteisungsmittel durch. Es handelte sich dabei im Speziellen um das Flächenenteisungsmittel "Clearway F5", welches bezüglich seiner elektrischen Leitfähigkeit mit dem im schweren Vorfall benutzten Enteisungsmittel "AVIFORM L50" vergleichbar ist. Nach Angaben von Mitarbeitern der FMG kam es in Verbindung mit dem Enteisungsmittel am Flughafen München sowie an anderen Verkehrsflughäfen bereits zu Unfällen.

Die Befunde dieser Gefährdungs- und Risikoabschätzung sind deshalb auch für den schweren Vorfall von Bedeutung. Im Folgenden seien ein paar wesentliche Befunde zitiert:

Infolge Verwirbelung des Enteisungsmittels, z. Bsp. beim Transport der mobilen Geräte der Bodenstromversorgung oder beim Einrollvorgang der Flugzeuge, kann sich ein leitfähiger Belag auf den Flugzeugsteckern bilden.

Durch diesen leitfähigen Belag kann im Extremfall eine gefährliche Berührungsspannung (gegen die Aussenhaut des Flugzeuges) auf die Oberfläche des Flugzeugsteckers verschleppt werden bzw es kann zu Kriechströmen und Kurzschlüssen im Steckerbereich kommen.

1.19 Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken

Nicht betroffen.

2. Analyse

2.1 Technische Aspekte

2.1.1 Anschliessen der externen Stromversorgung am Flugzeug

Aus Umweltschutz- und Kostengründen wird heute bei vielen Fluggesellschaften die *auxiliary power unit* (APU) nach der Landung nicht mehr in Betrieb genommen, da man davon ausgeht, dass an den Fingerdocks die externe Stromversorgung innerhalb kürzester Zeit verfügbar ist. Die Flugzeugbesatzungen sind gehalten, die Triebwerke unmittelbar nach dem Stillstand am Dock abzustellen, damit die Türen geöffnet werden dürfen. Dadurch entsteht ein Druck auf das Personal des entsprechenden Dienstleistungsbetriebes, die externe Stromversorgung entsprechend rasch verfügbar zu machen.

Dies führt in der Folge dazu, dass der Betriebsarbeiter das Kabel bereits vor dem Stillstand des Flugzeuges mit Hilfe der Kabelaufzugvorrichtung auszufahren beginnt und sich der voraussichtlichen Position der Flugzeugnase nähert.

Unmittelbar nach dem Stillstand des Flugzeuges öffnet der Betriebsarbeiter den im Flugzeugrumpf angebrachten Verschlussdeckel um Zugang zum flugzeugseitigen Stecker zu schaffen. Da er in der Regel für diese Arbeit beide Hände braucht, kann er zwangsläufig den Stecker am ausgefahrenen Kabel nicht auch noch halten. Entweder legt er sich das Kabel auf die Schulter oder legt es, wie es im Rahmen der Unfalluntersuchung beobachtet wurde, auf den Boden.

Zwei Tage nach dem schweren Vorfall hat das Untersuchungsteam den Standplatz A-57 inspiziert und den Kabelanschlussvorgang für die externe Stromversorgung beobachtet. Ein Flugzeug wurde auf den Standplatz geschleppt. Das Kabel wurde vom Dock zum Flugzeug gezogen. Zum Öffnen des flugzeugseitigen Verschlussdeckels brauchte der Arbeiter beide Hände und er legte deshalb das Kabel auf den Boden. Es muss angenommen werden, dass dieses Vorgehen kein Einzelfall war, denn der nach dem schweren Vorfall neu installierte Stecker zeigte bereits wieder Schleifspuren (Anlage 9). Das lässt darauf schliessen, dass das Kabel nicht nur auf den Boden gelegt, sondern auch auf diesem herumgezogen wird. Falls der Boden kontaminiert ist, kann dies zu Verunreinigungen auf der Steckeroberfläche führen. Damit werden Voraussetzungen geschaffen, wie sie im schweren Vorfall geherrscht haben.

2.1.2 Benützung der dockseitigen Flugzeugenergieversorgungsanlage

Die Flughafenbetreiberin ist grundsätzlich für die Ausbildung der Leute verantwortlich, welche die Anlagen für die externe Stromversorgung bedienen. Sie erstellt die entsprechenden Schulungsunterlagen, hat die Ausbildung jedoch an die Betriebe, welche diese Dienstleistung anbieten, delegiert.

Die der Untersuchung vorliegenden Schulungsunterlagen belegen, dass das Personal umfassend ausgebildet wird. Die zusätzlich regelmässig erstellten Weisungen und Orientierungen der Unique an die Dienstleistungsbetriebe über Vorfälle und Vorkommnisse, bestätigen diesen Eindruck.

Da auf dem Flughafen Zürich die externe Stromversorgungsanlage durch drei verschiedene Dienstleistungsanbieter gehandhabt wird, konnte nicht festgestellt werden, welcher Dienstleistungsanbieter das Stromversorgungskabel nicht mit der nötigen Sorgfalt behandelte.

2.1.3 Gefahrenpotentiale mit Enteisungsmitteln

Es ist bekannt, dass die meisten Enteisungsmittel Bestandteile enthalten, die eine gewisse Aggressivität aufweisen. Gefahrenpotentiale bestehen darin, dass Metalle korrodieren oder elektrische Kriechströme entstehen können. Kriechströme können sich im Extremfall zu einem Kurzschluss entwickeln.

Das im Zusammenhang mit dem schweren Vorfall verwendete Enteisungsmittel "AVIFORM L50" wurde in einem Orientierungsschreiben von Unique an die Dienstleistungsanbieter unter anderem als „*Aggressiveres Mittel, welches Material angreift, mit starker Stromleitfähigkeit*“ beschrieben.

Auch das vom TÜV (D), in Zusammenarbeit mit dem Flughafen München GmbH, untersuchte Enteisungsmittel "Clearway F5", wird unter anderem wie folgt beschrieben:

"Infolge Verwirbelung des Enteisungsmittels, z. Bsp. beim Transport der mobilen Geräte der Bodenstromversorgung oder beim Einrollvorgang der Flugzeuge, kann sich ein leitfähiger Belag auf den Flugzeugsteckern bilden".

Die durch die Untersuchung im Steckerinnern analysierten Flüssigkeitsrückstände zeigten eine praktisch gleiche Elementzusammensetzung wie die Enteiserflüssigkeit. Aufgrund der chemisch-physikalischen Analyse kann davon ausgegangen werden, dass der Kurzschluss durch in den Stecker eingedrungene Enteiserflüssigkeit verursacht wurde.

2.1.4 Enteisung der Bewegungsflächen

Gemäss Räumungsprotokoll war der Standplatz A-57 letztmals 4 Tage vor dem schweren Vorfall enteist worden. Bei diesem handelt es sich um einen Standplatz, dessen beheizbares Mittelfeld in der Regel nicht enteist wird. Am Tag des schweren Vorfalls hatte am Morgen leichter Schneefall eingesetzt und im Laufe des Vormittags waren die unmittelbar am Standplatz A-57 vorbeiführenden Rollwege, nicht aber der Standplatz selbst, enteist worden. Es ist nahe liegend, dass das Flugzeug vom Typ Airbus A-319, welches den Standplatz A-57 unmittelbar zuvor benützt hatte, sowie die auf dem Rollweg verkehrenden Flugzeuge kontaminierten Schnee herumgewirbelt hatten. Hinzu kommt, dass Servicefahrzeuge, an deren Reifen kontaminierter Schnee von enteisten Roll- bzw. Fahrwegen haftete, denselben auf den Standplatz A-57 transportierten. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass der Standplatz A-57 mit Enteisungsmittel durchsetzter Nässe bedeckt war.

2.1.5 Kontaminierung des dockseitigen Steckers

Es gibt mehrere Möglichkeiten, wie der dockseitige Stecker mit Enteiserflüssigkeit kontaminiert werden konnte. Die auf den Standplatz rollenden Flugzeuge können mit ihren Triebwerken Verwirbelungen verursachen und somit kontaminierten Schnee auf dem Stecker ablagern. Verwirbelungen können auch durch vorbeifliegende Flugzeuge verursacht werden. In dieser Hinsicht befindet sich der Standplatz A-57 in einer Extremposition, da er auf zwei Seiten an Rollwege grenzt.

Eine weitere Möglichkeit zur Kontaminierung des dockseitigen Steckers mit Enteiserflüssigkeit liegt in der unsachgemässen Handhabung, d.h. das Ablegen und/oder das Schleppen des Kabels am Boden.

Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten, wie die Enteiserflüssigkeit in den Stecker gelangen konnte. Einerseits kann sie durch die sehr kleine Öffnung zwischen den Steckerbuchsen und dem Steckergehäuse, andererseits durch Fugen am Steckergehäuse eindringen.

Zu welchem Zeitpunkt und auf welche Weise die Enteiserflüssigkeit im vorliegenden Falle in den Stecker eindringen konnte, muss offen bleiben.

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

2.2.1 Flugbesatzung

Der Kurzschluss und die damit im Cockpit hervorgerufene Stichflamme ereigneten sich zu einem Zeitpunkt, als der Copilot beim letzten Punkt der *parking checklist* angelangt war. Damit waren die Notrutschen in der Kabine bereits deaktiviert. Der Betriebszustand der Notrutschen entsprach somit nicht demjenigen, der für eine *emergency evacuation* vorgesehen ist.

Die Besatzung konnte die von dichtem, schwarzem Rauch begleitete Stichflamme weder genau lokalisieren, noch konnte sie deren Ursprung eruieren. Da sich in der näheren Umgebung der Stichflamme die Cockpit Sauerstoffleitung befindet, betrachtete der Kommandant die Gefährdung als gross und entschloss sich umgehend zu einer *emergency evacuation*. Es muss offen bleiben, ob ihm bewusst war, dass die Notrutschen zu diesem Zeitpunkt nicht mehr armiert waren. Zudem realisierte er wahrscheinlich nicht, dass die Fluggastbrücke bereits ans Flugzeug herangefahren wurde.

Der Flugbegleiter in der vorderen Kabine hörte den Evakuationsbefehl des Kommandanten. Er realisierte sofort, dass die Notrutschen bereits deaktiviert waren und wollte sich deshalb mit einem Kontrollblick durch das Fischauge in der vorderen Passagiertüre vergewissern, ob die Fluggastbrücke bereits am Flugzeug angedockt war. Da er diese nicht erkennen konnte, armierte er die Notrutsche erneut und öffnete die Türe. Beim Öffnen der Türe bemerkte er, dass die Fluggastbrücke bereits am Flugzeug war. In der Folge fiel das Paket mit der Notrutsche auf den Boden der Fluggastbrücke und konnte sich deshalb nicht entfalten. Die Reaktion des Flugbegleiters, die Passagiere aufzufordern, das Flugzeug umgehend zu verlassen und das Handgepäck zurückzulassen (*rapid disembarkation*), war situationsgerecht und zweckmässig. Es muss jedoch festgehalten werden, dass damit die Gefahr einer ungewollten Auslösung der Notrutsche bestand. Dies hätte vermieden werden können, indem das Notrutschenpaket ausgeklinkt (*quick release*) und aus dem Bereich der linken vorderen Türe entfernt worden wäre.

Der Copilot hörte, wie der Kommandant den Evakuationsbefehl erteilte. Der Copilot konnte sich gemäss seiner Aussage nicht daran erinnern, vom Kommandanten den Befehl erhalten zu haben, die entsprechende *emergency checklist* abzuarbeiten. Aufgrund des Evakuationsbefehls hätte er jedoch diese *emergency checklist* autonom abarbeiten müssen. Dies hätte zur Folge gehabt, dass der Copilot das Hilfsaggregat (*auxiliary power unit – APU*) des Flugzeuges ausgeschaltet hätte. Da er sich gemäss seiner Aussage aber primär mit der Bekämpfung des Feuers befasste, liess er die APU laufen, zumal er sich sicher war, dass dieselbe nicht die Quelle des Feuers sein konnte.

Durch das Nichtausschalten der APU verblieb das Flugzeug in einem Betriebszustand, der nicht demjenigen für eine *emergency evacuation* entsprach. Mit ausgeschalteter APU wäre unter anderem die normale Beleuchtung in der Kabine erloschen und es hätten nur noch die Notlichter gebrannt. Das Ausschalten der APU und die damit verbundene elektrische Umschaltung wären in der Kabine optisch und akustisch wahrnehmbar gewesen.

Da sich in der Kabine nichts veränderte, fehlten Anzeichen für eine abnormale Situation. Dies mag ein entscheidender Grund dafür gewesen sein, dass die Passagiere der befohlenen *rapid disembarkation* nur zögernd – oder gar nicht – Folge leisteten.

Der Flugbegleiter im hinteren Teil der Kabine hörte den Evakuationsbefehl des Kommandanten ebenfalls. Da, wie oben beschrieben, in der Kabine keine Anzeichen für eine abnormale Situation erkennbar waren, passte für ihn der Evakuationsbefehl nicht zur aktuellen Lage. Trotzdem warf er, so wie es im Falle einer *emergency evacuation* zu seinen Aufgaben gehört, einen Kontrollblick durch die Fischaugen der hinteren Türen nach aussen. Da er auch dort nichts Abnormales feststellen konnte, unterliess er es, die Notrutschen wieder zu armieren und die Türen zu öffnen, um damit die beiden hinteren Fluchtwege frei zu machen. Diese Unterlassung hatte keine Folgen, da alle Passagiere das Flugzeug durch die vordere Türe auf normalem Weg verliessen.

Im vorliegenden Fall fiel die Auslösung einer *emergency evacuation* mit dem bereits fortgeschrittenen Vorgang für ein normales Aussteigen der Passagiere zusammen. Dadurch, und durch das Nichtausschalten der APU, entstand bei der Kabinenbesatzung eine Unsicherheit bezüglich der Durchführung der *emergency evacuation*. Der schwere Vorfall zeigt die Wichtigkeit einer umfassenden Lagebeurteilung vor einer Auslösung einer *emergency evacuation*.

2.2.2 Alarmierung der Feuerwehr

Auf Befehl des Kommandanten alarmierte der Copilot die Feuerwehr. Dazu benutzte er die Frequenz von Zurich Delivery. Normalerweise hätte dieser Aufruf auf der Frequenz von Zurich Apron erfolgen müssen. Da der Copilot am Standplatz als Bereitstellung für die nächste Besatzung bereits auf die Frequenz von Zurich Delivery umgeschaltet hatte, erfolgte der Aufruf irrtümlicherweise auf dieser Frequenz. Dies führte zu einer Unsicherheit bei Zurich Delivery, was eine Rückfrage bezüglich der Identität des Anrufers zur Folge hatte.

2.2.3 Betriebsarbeiter

Es gibt keinerlei Hinweise, dass der für die externe Stromversorgung zuständige Betriebsarbeiter nicht nach den bestehenden Vorschriften und Verfahren gearbeitet hätte. Er hielt sich an die Anweisung, dass der Anschluss und die Stromzuschaltung im Einmannbetrieb vorgenommen werden müssen. Der schwere Vorfall zeigt, wie sinnvoll die Modifikation war, welche die Stromzuschaltung nur noch vom Dock aus gestattet. Wäre der Strom am Stecker zugeschaltet worden, hätte der entsprechende Betriebsarbeiter durch den Kurzschluss schwere Verletzungen erleiden können.

3. Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Aufgrund der chemisch-physikalischen Analyse kann davon ausgegangen werden, dass der Kurzschluss durch in den Stecker eingedrungene Enteisflüssigkeit verursacht wurde.
- Bereits am 25. November 2005 hatte sich beim Zuschalten des Stromes ein Kurzschluss ereignet. Die damalige interne Untersuchung war zum Schluss gelangt, dass Enteisungsmittel in den Stecker eingedrungen sein musste, welches den Kurzschluss verursachte.
- Bereits vor dem schweren Vorfall war es nach Angaben von Mitarbeitern der Flughafen München GmbH am Flughafen München sowie an anderen Verkehrsflughäfen zu Vorfällen gleicher Art gekommen.

3.1.2 Besatzung

- Der Kommandant entschied sich umgehend zu einer *emergency evacuation*.
- Der Copilot arbeitete seine Punkte der entsprechenden *emergency checklist* nicht ab. Dadurch wurde das Hilfsaggregat (*auxiliary power unit – APU*) des Flugzeuges nicht ausgeschaltet.
- Der Copilot betätigte den Feuerlöscher in Richtung der Stichflamme.
- Das Nichtausschalten der APU führte bei der Kabinenbesatzung zu einer Unsicherheit bezüglich der Durchführung der *emergency evacuation*.
- Der Flugbegleiter im vorderen Teil der Flugzeugkabine entschloss sich, die Evakuierung im Sinne einer *rapid disembarkation* durchzuführen.
- Der Flugbegleiter im hinteren Teil der Flugzeugkabine handelte nur teilweise nach den Verfahrensvorschriften, wie sie das Flugbetriebsunternehmen für eine *emergency evacuation* vorsieht.

3.1.3 Dienstleistungsbetrieb

- Es gibt keine Hinweise darauf, dass sich der für die Stromzuschaltung verantwortliche Betriebsarbeiter nicht an die bestehenden Vorschriften und Verfahren gehalten hat.

3.1.4 Rahmenbedingungen

- Enteisungsmittel für Bewegungsflächen enthalten Bestandteile, welche Gefahrenpotentiale in den Bereichen Korrosion und elektrische Kurzschlüsse aufweisen.

3.2 Ursachen

Der schwere Vorfall ist mit grosser Wahrscheinlichkeit darauf zurückzuführen, dass der dockseitige Stecker mit Enteisflüssigkeit für die Flugplatzbewegungsflächen kontaminiert worden war, was in der Folge zu einem Kurzschluss führte.

4. Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen

4.1 Durch die Flughafenbetreiberin

Unmittelbar nach dem schweren Vorfall veranlasste Unique via NOTAM verschiedene Einschränkungen in Bezug auf die Verfügbarkeit der externen Stromversorgung an den Docks. Einen Tag nach dem schweren Vorfall entschied sich Unique, bis auf weiteres an allen Docks die 400 Hz Stromversorgung abzuschalten. Nach der Durchführung von Isolationsmessungen wurde am 31. Januar 2006 die externe Stromversorgung an den Docks wieder freigegeben.

Mit Erstelldatum vom 8. März 2006 wurde unter dem Titel: "*Prüfung der stationären 400 Hz Anlagen nach der Ausbringung von Flächenenteisungsmittel*" eine Prozessanweisung publiziert. Diese Prozessanweisung beinhaltet im Wesentlichen die Durchführung von Isolationsmessungen an den 400 Hz Anschlüssen innert maximal 24 Stunden nach einer Flächenenteisung.

Um die Stecker möglichst gut gegen Einflüsse von aussen (Verwirbelungen) schützen zu können, veranlasste Unique an allen Standplätzen die Montage eines Schutzrohres, in welches die Stecker bei Nichtgebrauch zu versorgen sind (siehe Anlage 10).

4.2 Durch den Unterhaltsbetrieb Avireal

Unmittelbar nach dem schweren Vorfall Überprüfung aller Stromanschlüsse mittels einer Isolationsmessung. Entsprechende Mitteilung an die *service provider*.

4.3 Durch den Dienstleistungsbetrieb Swissport

Am 31. Januar 2006 wurden die Betriebsarbeiter mittels "*Safety Information*" des Leiters Rampservices wie folgt orientiert:

"Geschätzte Mitarbeiter

Nach dem jüngsten Vorfall im Zusammenhang mit der Energieversorgung ist es zwingend, dass Ihr die nachfolgenden Anweisungen beim Gebrauch des 400Hz Stromkabels am Dock wie auch bei den GPU ausnahmslos einhaltet:

- *Der Stecker darf nie mit dem Enteisungsmittel in Berührung kommen! Es ist strengstens verboten, den Stecker auf den Boden zu legen oder auf dem Boden nachzuschleifen!*
- *Das Anstromen darf nur im 1 Mann Betrieb erfolgen. Das heisst: Derjenige der den Stecker einsteckt, muss auch den Strom zuschalten. Beim Einschalten darf sich niemand im Gefahrenbereich (3 Meter) des Steckers befinden.*
- *Strom darf nur zugeschaltet werden, wenn der Stecker eingesteckt ist.*
- *Bei Unregelmässigkeiten oder Anzeichen, dass der Stecker dennoch mit Enteisungsmittel in Berührung gekommen ist, muss umgehend der Teamleiter informiert und Avireal (Dock) resp. die Werkstatt BZRU (GPU) aufgeboten werden.*

Besten Dank für die Einhaltung dieser Sicherheitsanweisung."

4.4 Durch die Flugzeughersteller Boeing und Airbus

Die grundsätzliche Problematik beim Einsatz von Bewegungsflächen-Enteisungsflüssigkeiten ist den Flugzeugherstellern bereits seit geraumer Zeit bekannt. In einem gemeinsamen Brief vom Juli 2006 (siehe Anlage 11) haben sie auf die nachteiligen Auswirkungen durch Korrosion im Bereich der elektrischen Systeme und Bremsen aufmerksam gemacht.

Bern, 22. Oktober 2009

Eidgenössische Flugunfallkommission

André Piller, Präsident

Tiziano Ponto, Vizepräsident

Ines Villalaz-Frick, Mitglied

Anlagen

Anlage 1: Russspuren auf der Rumpfoberfläche



Anlage 2: Riss vom Kontaktstift zum Steckerplattenrand



Anlage 3: Loch im Rumpf



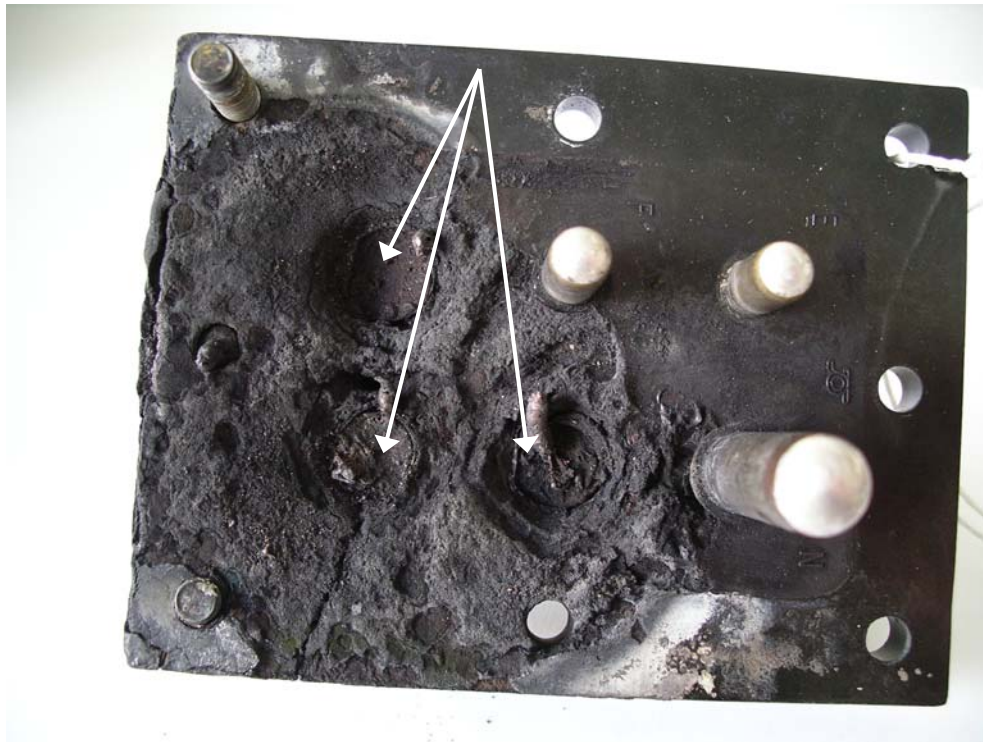
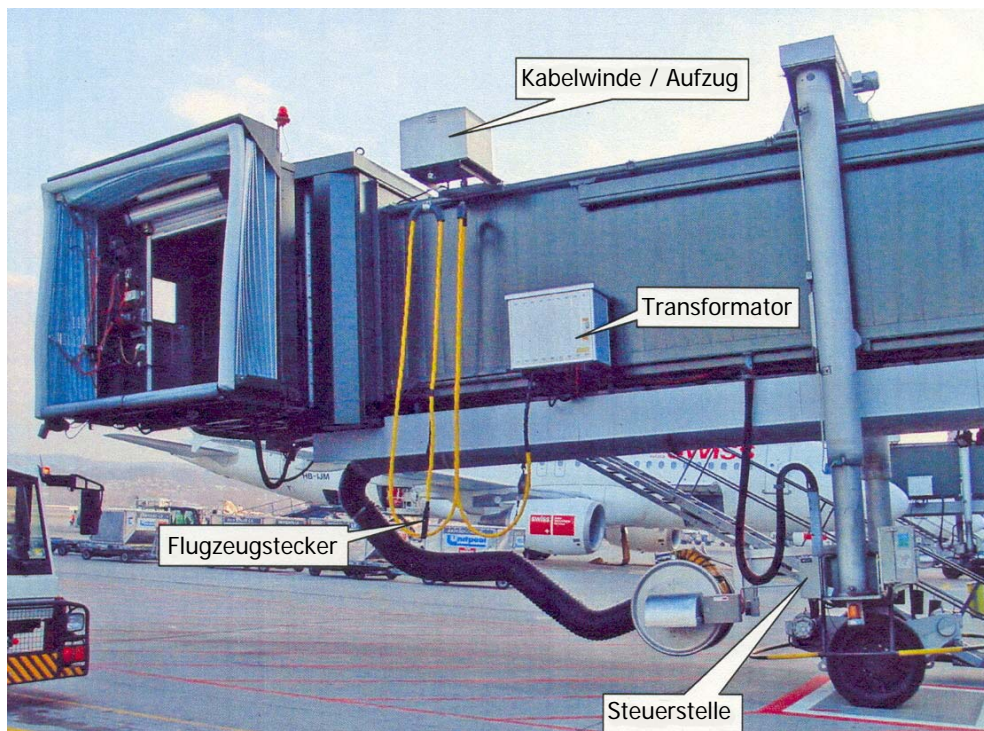
Anlage 4: Zerstörter dockseitiger Stecker



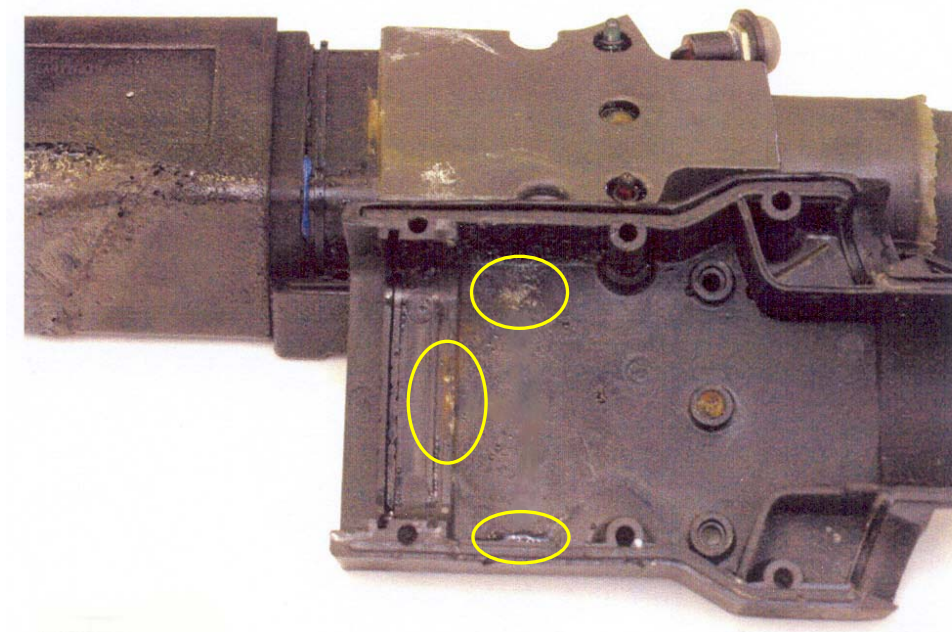
Die drei von der flugzeugseitigen Steckerplatte weggeschmolzenen Kontaktstifte

Anlage 5: Kontaktstifte auf der flugzeugseitigen Steckerplatte

Diese drei Phasen-Kontaktstifte sind weggeschmolzen

**Anlage 6: Kabelaufziehvorrichtung**

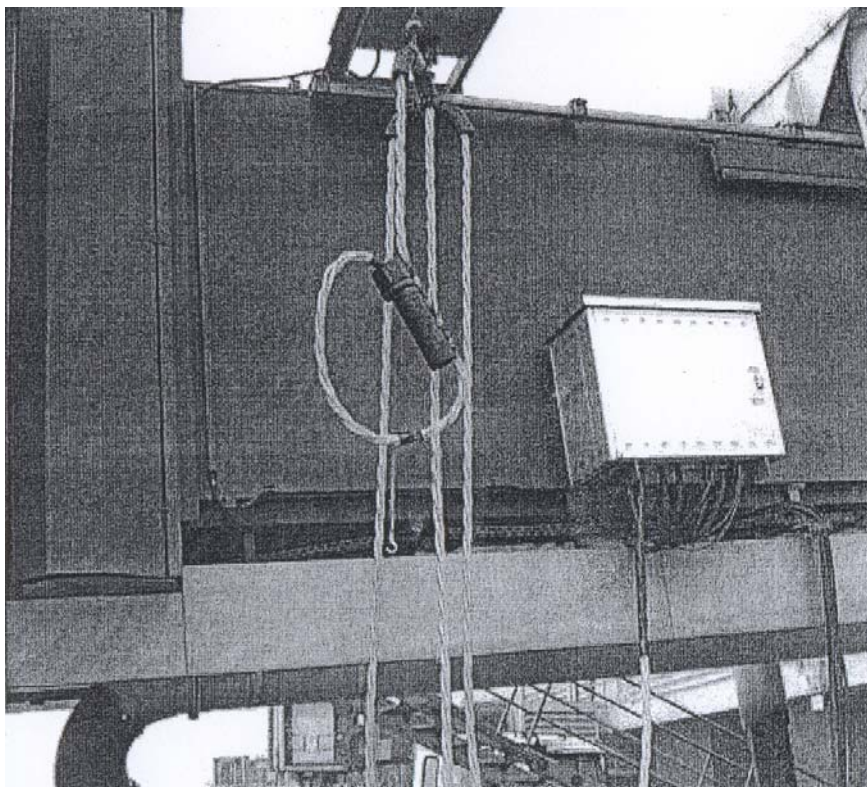
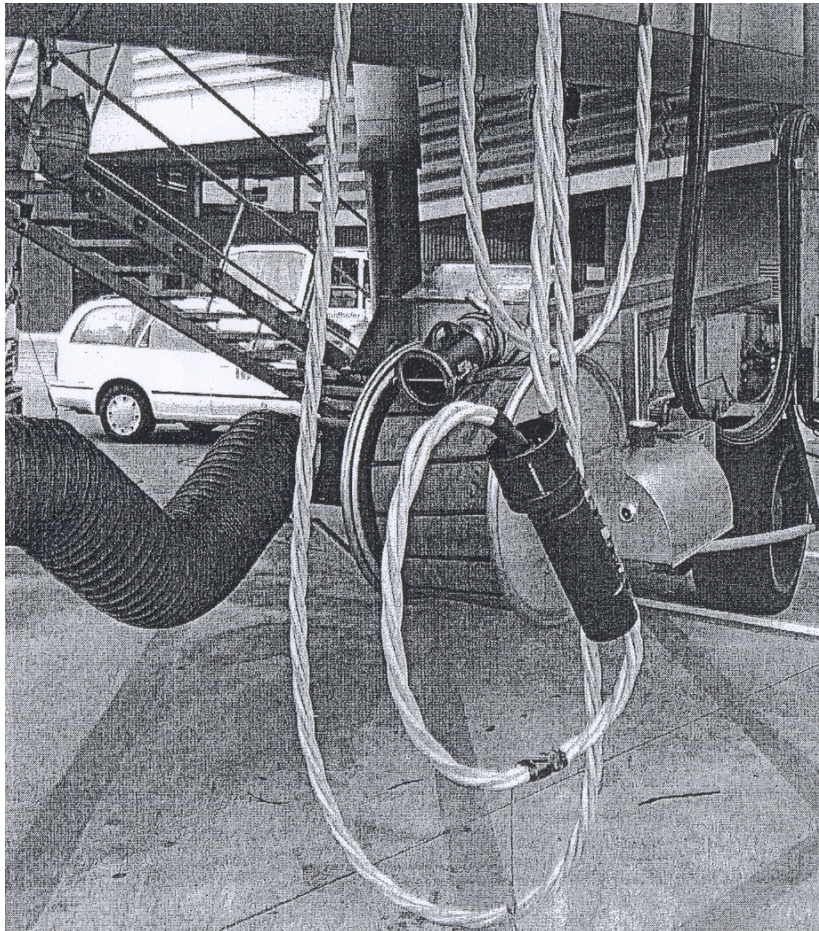
Anlage 7: Flüssigkeitsrückstände auf dem dockseitigen Stecker



Anlage 9: Schleifspuren am zwei Tage alten Stecker



Anlage 10: Schutzrohr für den dockseitigen Stecker



Anlage 11: Brief der Flugzeughersteller Boeing und Airbus vom Juli 2006

Seite 1 von 2



Michael Arriaga, CMfgT
747/767/777 Service Engineer
Mechanical Systems -767 Landing Gear
Tel: +1.425.294.8115
FAX: +1.425.294.2945
email: michael.a.arriaga@boeing.com



Alun WILLIAMS
Manager General Mechanical Systems
Engineering (EYDCC, B23 1115), Airbus SAS
1 Rond-Point Maurice Bellonte
31707 Blagnac CEDEX, France
e-mail:alun.a.williams@airbus.com
Tel: +33 561 93 32 82

July 2006

General Letter to Airports, Authorities, Operators and Suppliers**Use of Runway De-Icers - Potassium Formates/Acetates Corrosion on Aircraft.**

Since 1997 a serious problem of catalytic oxidation has been occurring on aircraft using carbon brakes.

The requirement for the use of carbon brakes originated in various weight-saving initiatives by aircraft manufacturers during which steel brakes were replaced by carbon brakes and new aircraft were delivered with carbon brakes.

In 1997 because of a concurrent initiative by airports, to improve or control their environmental pollution, a change in the use of runway de-icing fluids took place in favour of more environmentally mild products.

This resulted in the use of potassium based products containing potassium formates and/or acetates. These chemicals (organic salts) attack the carbon in the brake and unfortunately create a catalytic oxidation which softens the carbon causing it to flake and crumble undetected and unpredictably over time thus reducing the life and long-term efficiency of the brakes themselves. There is therefore a safety issue involved, namely that of a brake failure during high-speed aborted take-off and the possibility of a brake/wheel fire from hydraulic fluid released during that failure.

In 2002 Transport Canada Civil Aviation issued Aerodrome Safety Circular ASC 2002-015, which describes the situation regarding the severity of potassium formate reaction and advising that airports should not use it. At that time the circular was pointed towards electrical connection and followed a Boeing Advisory form 2001. FAA also had issued a similar advisory at around the same time.

Since then it appears that Formates also attack carbon and potassium acetates also add to the problem. Worst case for carbon is acetates, second worse is formates.

SAE G-12F, among other Industry working groups, have been working for some time to try and reduce these effects from runway de-icers used by airports, which not only reduce aircraft safety but also enormously increase costs (maintenance, cost of ownership and, of course, eventually passenger costs), in fact it is becoming apparent that perhaps hundreds of millions of dollars of industry usable revenue have been lost over the last ten years on this particular issue. Airports, themselves, are also experiencing costs related to the use of these fluids, we understand.

During winter, snowplough activity leaves fairly large amounts of fluid and slush on runways because snowplough drivers lower the plough blade to within half an inch (15 mm.) of the runway surface, leaving the last part to be dealt with by the runway de-icing fluids, even though some airports use a broom wagon to follow the plough and sweep the slush, there will still be heavy elements of spray from what's left and further precipitation just adds to the problem.

Unfortunately this causes a very wet, fluid (potassium) impregnated runway surface. The fluid is sprayed over and under the aircraft landing and taking off, where it causes various types of corrosion.

On aircraft during take-off and landing roll, the spray is often taken onto the undercarriage, particularly the centre parts, where it builds into fairly solid ice because of the reduction of chemical action of the de-ice fluid.

When the aircraft takes off again, the undercarriage legs/wheels are pulled up into the undercarriage bay. At this point the ice on the undercarriage melts and runs down onto the brake units and onto/into the carbon disks. This fluid comprises water and potassium-formates and/or acetates, perhaps both as airports do not all use the same de-icing fluids.

In the same way many aircraft have the additional issues of Cadmium corrosion, aluminium corrosion, corrosion in landing gear joints, and electrical wire bundle degradation, also caused or accelerated by the same fluids, which, again, is a further unaccounted for expense.

In addition, there is the enormous cost associated with premature and severe GSE equipment corrosion attributed to the runway and ramp fluids applied by the airports. These runway fluids are now being found to adversely affect anti-icing fluid applied to aircraft and also to promote the formation of anti-icing fluid residue gel in aerodynamically quiet areas of the aircraft.

As an immediate short-term goal, the co-chair party of the SAE G-12F Catalytic Oxidation Working Group is now approaching all Airports, Airlines and Authorities, De-Icing Fluid Manufacturers, and Carbon Brake Manufacturers, to discuss what can be done, to the **mutual** benefit of all, perhaps by using those fluids, which, on record, are causing less corrosion in all 'areas', finding other fluids - all solutions are welcomed.

Airbus and Boeing believe that, because the issue is wide and varied and the common denominator in every entity's problem appears to be the use of one type of material having an effect on many materials that an Industry meeting would be the best way to begin to promote the discussion. We are therefore requesting a response from all parties with regard to an appropriate time and venue for this meeting and some commitment in helping to find solutions to the issue. With regard to a venue, any organisation willing to provide the use of its facilities would also be appreciated.



Michael Arriaga



Alun Williams