



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. 1885

des Büros für

Flugunfalluntersuchungen

über den schweren Vorfall
des Flugzeuges Dassault Falcon 2000, N105LF
vom 24. Oktober 2004
beim Wegpunkt BAMUR

Cause

L'incident grave est dû à un générateur défectueux ayant généré une malfonction qui a causé des alarmes erronées difficiles à interpréter lié à des fluctuations de pression dans l'avion. Pour cette raison l'équipage a décidé d'entreprendre une descente d'urgence.

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht:

Dieser Bericht wurde gemäss Annex 13 der ICAO 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.

Alle Zeiten in diesem Bericht sind, wo nicht anders angegeben, in koordinierter Weltzeit (*universal time coordinated* – UTC) angegeben, die im Unfallzeitpunkt der mitteleuropäischen Sommerzeit (MESZ) als Normalzeit (*local time* – LT) entsprach. Die Beziehung zwischen LT, MESZ und UTC lautet: $LT = MESZ = UTC + 2 \text{ h}$.

Der Wortlaut des deutschsprachigen Berichtes ist massgebend.

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

Luftfahrzeug	Dassault Aviation Falcon 2000	N105LF		
Halter	Jet Aviation Business Jets AG, 8058 Zürich-Flughafen			
Eigentümer	Sergej Bugachev, International Industrial Bank, Moskau/Russia			
Kommandant	Österreichischer Staatsangehöriger, Jahrgang 1962			
Ausweis	<i>Commercial pilot licence</i> , ausgestellt durch die <i>Federal Aviation Administration</i> (FAA)			
Flugstunden	insgesamt	6980	während der letzten 90 Tage	127
	auf Falcon 2000	681	während der letzten 90 Tage	127
Copilot	Schweizerischer Staatsangehöriger, Jahrgang 1970			
Ausweis	<i>Commercial pilot licence</i> , ausgestellt durch die <i>Federal Aviation Administration</i> (FAA)			
Flugstunden	insgesamt	3012	während der letzten 90 Tage	96
	auf Falcon 2000	128	während der letzten 90 Tage	96
Ort	Wegpunkt BAMUR			
Koordinaten	N04732.7/E00932.6	Höhe	FL 360	
Datum und Zeit	24. Oktober 2004, 15:57 UTC			
Betriebsart	IFR privat			
Flugphase	Reiseflug			
Ereignis	Notsinkflug (<i>emergency descent</i>)			

Personenschaden

	Besatzung	Passagiere	Drittpersonen
Tödlich verletzt	---	---	---
Erheblich verletzt	---	---	---
Leicht oder nicht verletzt	3	1	

Schaden am Luftfahrzeug nicht beschädigt

Drittschaden ----

Allgemeines

Die Schweizerische Rettungsflugwacht (Rega) informierte das Büro für Flugunfalluntersuchungen über den schweren Vorfall.

Eine Untersuchung nach den Richtlinien der ICAO Annex 13 wurde noch am selben Tag eingeleitet. Die Besatzung wurde befragt und es wurde eine technische Untersuchung durchgeführt.

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

1. Sachverhalt

1.1 Flugverlauf

Am 24. Oktober 2004, um 15:31 UTC, startete das Flugzeug N105LF in Genf zu einem privaten Flug nach dem Flughafen Moskau-Vnukovo. Nebst der Besatzung befanden sich ein Passagier und ein Flugbegleiter an Bord.

Der Steigflug auf die Reiseflughöhe verlief ereignislos. Während dieser Flugphase war der Copilot *pilot flying* (PF). Als das Flugzeug um 15:57 UTC den Wegpunkt BAMUR in der Gegend des Bodensees überflog, ertönte die akustische Warnung „*cabin*“ und die entsprechende Warnlampe leuchtete auf. Zu dieser Zeit befand sich das Flugzeug auf Flugfläche (*flight level* – FL) 360.

Die Piloten verspürten in den Ohren eine starke Druckänderung. Dies bewog sie, die Sauerstoffmasken aufzusetzen und einen Notsinkflug (*emergency descent*) einzuleiten. Der Flugbegleiter und der Passagier benützten ebenfalls die Sauerstoffmasken. Ungefähr zur gleichen Zeit fiel der linke Generator aus.

Der Radarplot zeigt, dass die Maschine um 15:57:58 UTC von FL 360 aus den Notsinkflug begann. Um 15:58:18 UTC verlangte die Besatzung bei der Flugverkehrsleitung München die Bewilligung für den Notsinkflug. Sie erhielt umgehend die Freigabe, abzusinken und in der Folge den Flughafen Zürich anzufliegen. Der Kommandant übernahm die Führung des Flugzeugs.

Die Besatzung unternahm den Versuch, den linken Generator wieder in Betrieb zu nehmen. Dieser funktionierte allerdings nur für kurze Zeit.

Um 16:16 UTC erhielt die Besatzung die Bewilligung für einen Sichtanflug auf die Piste 14 in Zürich. Anflug und Landung erfolgten ohne weitere Zwischenfälle.

Nach dem Verlassen der Piste versuchte die Besatzung die *auxiliary power unit* (APU) in Betrieb zu nehmen, was jedoch nicht gelang. Gleichzeitig versagte die Bugradsteuerung und das Flugzeug war nur noch beschränkt steuerbar. Die Besatzung brachte das Flugzeug zum Stillstand und stellte die Triebwerke ab. Das Flugzeug wurde anschliessend mit einem Schleppfahrzeug zum Standplatz gezogen, wo die Besatzung und der Passagier das Flugzeug verliessen.

1.2 Flugschreiber

Der *digital flight data recorder* (DFDR) wurde ausgewertet. Es zeigte sich, dass keine relevanten Aufzeichnungen betreffend Druckkabine oder elektrischem System vorhanden waren.

Der *cockpit voice recorder* (CVR) wurde ausgewertet. Die Aufzeichnungen begannen im Zeitpunkt, als die Besatzung die Bewilligung für den Notabstieg verlangte und die Piloten die Sauerstoffmasken trugen. Mit den Maskenmikrofonen war die Aufzeichnung sehr stark übersteuert, was die Verständlichkeit beeinträchtigte. Nach dem Abnehmen der Sauerstoffmasken im Anflug auf Zürich waren die im Cockpit geführten Gespräche sehr leise und kaum noch zu verstehen. Allgemein war die Aufzeichnung für die Untersuchung nur bedingt brauchbar.

1.3 Flugzeugsysteme und deren Bedienung

1.3.1 Kabinendruckreguliersystem

Das Kabinendruckreguliersystem des Falcon 2000 besteht aus einem elektronisch geregelten Hauptsystem und einem pneumatischen Reservesystem. Im Normalbetrieb regelt das Hauptsystem den Kabinendruck automatisch. Beim Reservesystem muss die Druckregulierung manuell eingestellt und überwacht werden. Bei Stromausfall erfolgt die Umschaltung vom Hauptsystem auf das Reservesystem automatisch. Bei Fehlverhalten des Hauptsystems muss manuell auf das Reservesystem umgeschaltet werden.

Das Kabinendruckregulierventil des Hauptsystems schliesst automatisch im Falle eines Stromausfalls oder nach manuellem Umschalten auf das pneumatische Reservesystem. Das Druckregulierventil des Reservesystems ist normalerweise geschlossen. Nachdem das Druckregulierventil im Hauptsystem als Folge einer Störung geschlossen wurde, bleiben beide Ventile so lange in geschlossener Stellung, bis das Ventil im Reservesystem manuell verstellt wird.

1.3.2 Elektrisches System

Im Normalfall befindet sich der *left bus tie rotary switch* in geschlossener und der *right bus tie rotary switch* in offener (*FLIGHT NORM*) Position. In dieser Situation wird die Batterie vom Generator 1 via den *essential bus* geladen. Fällt der Generator 1 aus und der *right bus tie rotary switch* bleibt in der Stellung *FLIGHT NORM*, wird die Batterie entladen, sofern die APU nicht in Betrieb ist.

Ist die APU in Betrieb, so speist sie den *left bus* via den *essential bus*, sofern der *left bus tie rotary switch* in geschlossener Position bleibt. In dieser Situation wird nun die Batterie von der APU geladen.

Die Checkliste sieht vor, dass bei einem Ausfall des Generators 1 der *right bus tie rotary switch* in die Stellung *TIED* gebracht werden muss, damit der *essential bus* vom Generator 2 gespeist und die Batterie geladen wird. Bleibt der *left bus tie rotary switch geschlossen*, wird der *left bus* vom Generator 2 gespeist (Anlage 1).

1.3.3 Bugradsteuerung

Die Bugradsteuerung wird elektrisch gesteuert und hydraulisch betätigt. Die elektrische Steuerung ist redundant aufgebaut. Sie besteht unter anderem aus zwei Steuereinheiten, die unabhängig voneinander mit Strom versorgt werden.

1.4 Meteorologische Angaben

Die folgenden Angaben stammen von MeteoSchweiz:

Das Wetter in der Schweiz war von einem Hochdruckgebiet geprägt.

Die folgenden Angaben beziehen sich auf den Wegpunkt BAMUR auf FL 360:

Wolken: wolkenlos

Wetter: -

Sicht: über 10 km

Wind: Südsüdwest mit ca. 30 kt

Temp./Tpkt: -55 °C / -68 °C

0°C Grenze: 11 500 ft AMSL

Luftdruck: QNH LSZH 1013 hPa, QNH LSZA 1020 hPa

Gefahren: keine erkennbaren

Flugplatzwettermeldung (Metar) von Zürich

LSZH 24.10.2004 16:20 METAR 15001KT CAVOK 16/12 Q1013 NOSIG

2. Beurteilung

2.1 Technische Aspekte

Vor dem schweren Vorfall waren keine technischen Störungen dokumentiert.

2.1.1 Technische Störungen während des Fluges

Die Auslösung der akustischen und optischen Kabinendruck-Warnung war höchstwahrscheinlich die Folge einer Generatorstörung. Diese konnte nach dem Flug reproduziert werden.

Die Fehlersuche ergab, dass die Störung am linken Generator durch einen zeitweiligen Unterbruch in einem Stecker des Erregerstromkreises verursacht wurde.

Auf Grund der vorgefundenen Störung im Generatorsystem muss davon ausgegangen werden, dass das Kabinendruckregulierungsventil des Hauptsystems als Folge des Stromverlustes geschlossen wurde. Da nun beide Ventile geschlossen waren und sich das Flugzeug auf einer relativ grossen Höhe befand, war der Differenzdruck¹ nahe dem maximalen zugelassenen Wert. Es ist weiter anzunehmen, dass der Kabinendruck über den maximalen Differenzdruck stieg, so dass das Sicherheitssystem im Druckregulierungssystem ansprach. Dies löste wahrscheinlich die erwähnten starken Druckschwankungen aus.

Während des Notsinkfluges wurde die Druckkabine durch die Besatzung manuell bedient. Diese Funktion arbeitete normal.

Gemäss der Checkliste ist es der Besatzung überlassen, die APU bei einem Generatorausfall in Betrieb zu nehmen. Dies, um zu verhindern, dass beim Ausfall des zweiten Generators der *essential bus* ausschliesslich von der Batterie gespeist wird. Nach der Landung wurde ein Versuch unternommen, die APU in Betrieb zu nehmen. Dies lässt den Schluss zu, dass sie im Flug nicht in Betrieb war.

Aufgrund der CVR-Aufzeichnungen wurde auf ungefähr 5000 ft QNH im Anflug auf Zürich ein Versuch unternommen, den Generator 1 wieder in Betrieb zu nehmen, was gelang. Kurze Zeit später schaltete sich der Generator wieder ab. Bei etwa 1000 ft über Grund erwähnte die Besatzung, dass der *left bus* und der *essential bus* nicht mehr mit Strom versorgt würden. Dies lässt den Schluss zu, dass der *right bus tie rotary switch* zu diesem Zeitpunkt in der Stellung *FLIGHT NORM* gewesen sein muss. Die Checkliste hingegen sieht vor, dass bei einem Ausfall des Generators 1 der *right bus tie rotary switch* in die Stellung *TIED* gebracht werden muss, damit der *essential bus* vom Generator 2 gespeist wird. Damit würde auch die Batterie fortlaufend geladen.

2.1.2 Technische Störungen nach der Landung

Nach der Landung versuchte die Besatzung, die APU in Betrieb zu nehmen. Gemäss Aussage der Besatzung brach die Spannung beim Startversuch der APU ein. Im gleichen Moment versagte die Bugradsteuerung.

¹ Differenzdruck = Kabinendruck - Aussendruck

Geht man davon aus, dass der *right bus tie rotary switch* in der Stellung *FLIGHT NORM* blieb, hatte dies zur Folge, dass der Ladezustand der Batterie für den APU Start nicht mehr ausreichte.

Aufgrund der redundanten Speisung der Steuereinheiten in der Bugradsteuerung ist ein Zusammenhang zwischen dem Ausfall des Generator 1 und dem Versagen der Bugradsteuerung nicht zu erkennen. Geht man davon aus, dass der Generator 2 noch Strom an die zweite Steuereinheit lieferte, müsste die Bugradsteuerung noch funktioniert haben. Es ist nicht auszuschliessen, dass infolge Spannungsschwankungen, bedingt durch den APU Start, auch diese Steuereinheit der Bugradsteuerung beeinträchtigt wurde, was zum Ausfall der Steuerung geführt hat. Beim weiteren Betrieb wurden keine diesbezüglichen Beanstandungen gemeldet.

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

Gleichzeitig mit den spürbaren Druckschwankungen ertönte die akustische Warnung „cabin“ und die entsprechende Warnlampe leuchtete auf. Tatsächlich handelte es sich um eine Fehlwarnung, die durch die Generatorstörung verursacht worden war. Die Wahrnehmung der Druckschwankungen hat offenbar bei der Besatzung den Eindruck eines Druckabfalls erzeugt und den Entschluss zum Notsinkflug ausgelöst.

Die Interpretation der optischen, akustischen und physischen Wahrnehmungen war aufgrund der Fehlwarnung schwierig und führte nicht zum Erkennen des eigentlichen Problems. Der Entschluss der Besatzung, aus Sicherheitsgründen den Notsinkflug einzuleiten und den Flug abubrechen, war hingegen zweckmässig.

3. Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

- Die Piloten besaßen die notwendigen Ausweise.
- Im Reiseflug entwickelte der linke Generator eine schwere Funktionsstörung und fiel in der Folge aus. Die Ursache lag in einem defekten Steckerkontakt im Erregerstromkreis des Generators.
- Die schwere Funktionsstörung des Generators löste höchstwahrscheinlich eine falsche Kabinendruck-Warnung aus.
- Der Ausfall des Generators führte dazu, dass die Steuerung des Kabinendruckreglers nicht mehr gespeist wurde, was zur Folge hatte, dass sich das *outflow valve* automatisch schloss und es zu Druckschwankungen im Flugzeug kam.
- Die spürbaren Druckschwankungen und das gleichzeitige Ansprechen der Kabinendruck-Warnung war für die Besatzung Grund, den Notsinkflug durchzuführen.
- Die Checkliste sieht vor, dass bei einem Ausfall des Generators 1 der *right bus tie rotary switch* in die Stellung *TIED* gebracht werden muss, damit der *essential bus* vom Generator 2 gespeist wird. Damit wird auch die Batterie fortlaufend geladen.
- Die Besatzung belies mit grosser Wahrscheinlichkeit den *right bus tie rotary switch* bis nach der Landung in der Stellung *FLIGHT NORM*, was unter anderem zur Folge hatte, dass die Batterie entladen wurde.
- Der Versuch, die APU nach der Landung zu starten, misslang. Wahrscheinlich liess der Ladezustand der Bordbatterie den APU Start nicht mehr zu.
- Das gleichzeitig mit dem erfolglosen Startversuch der APU aufgetretene Versagen der Bugradsteuerung konnte nicht schlüssig geklärt werden.
- Der *cabin pressure controller* wurde durch den Hersteller untersucht. Es konnte kein Defekt festgestellt werden.
- Die Wetterbedingungen waren gut und hatten keinen Einfluss auf das Geschehen.

3.2 Ursache

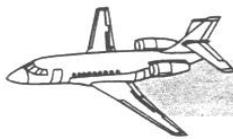
Der schwere Vorfall ist darauf zurückzuführen, dass ein Generator eine Funktionsstörung entwickelte, welche zu schwer interpretierbaren Fehlwarnungen, verbunden mit Druckschwankungen im Flugzeug führten. Dies bewog die Besatzung, einen Notsinkflug durchzuführen.

Bern, 2. März 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.

Anlage 1



FlightSafety
International

FALCON 2000 PILOT TRAINING MANUAL

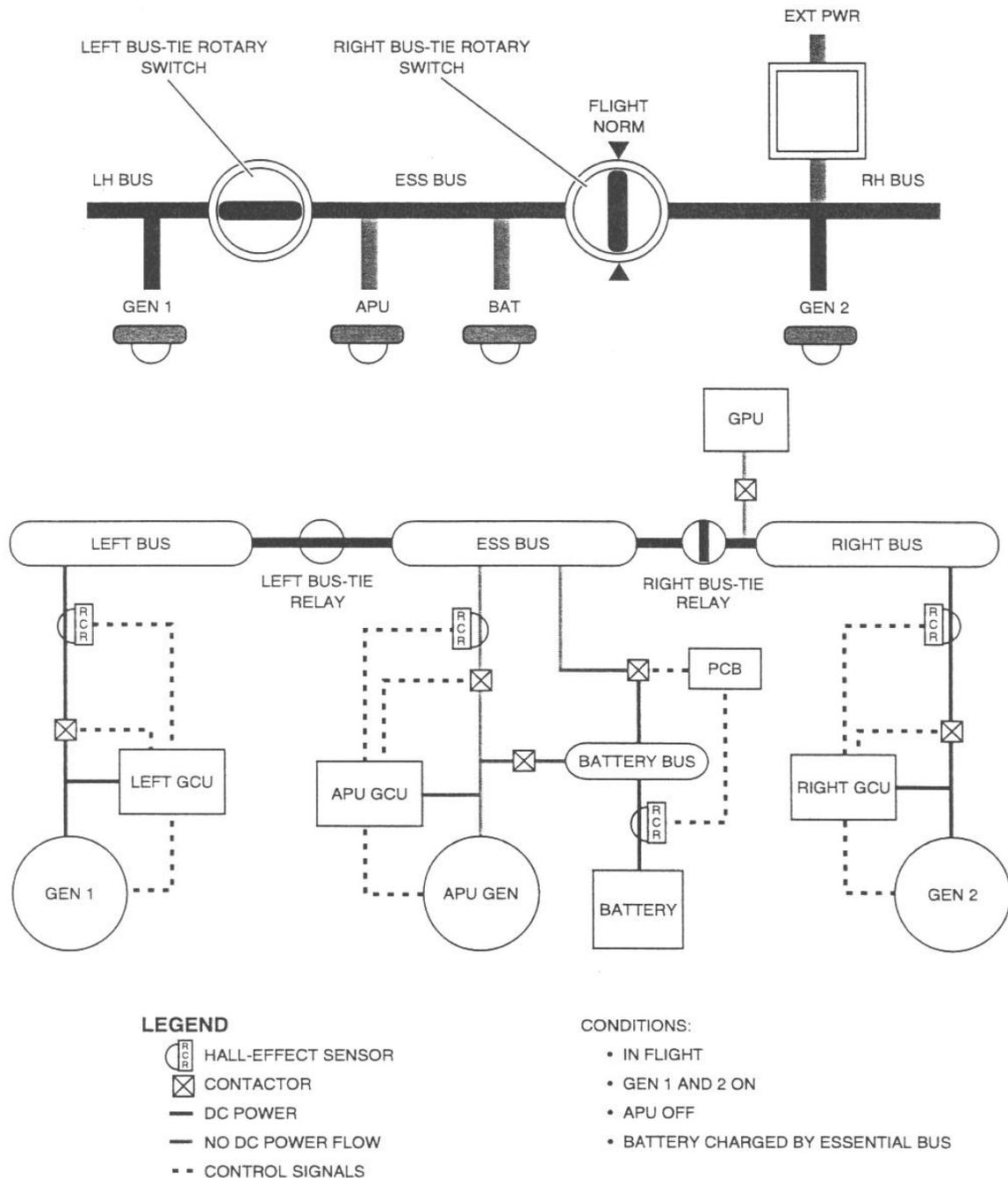


Figure 2-8. DC Electrical System