



Summarischer Bericht

Bezüglich des vorliegenden schweren Vorfalls wurde eine summarische Untersuchung gemäss Art. 45 der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen (VSZV), Stand am 1. Februar 2015 (SR 742.161) durchgeführt. Dieser Bericht wurde mit dem Ziel erstellt, dass aus dem vorliegenden Zwischenfall etwas gelernt werden kann.

Die deutsche Fassung dieses Berichts ist das Original und daher massgebend.

Luftfahrzeugmuster Boeing 767-424 ER

N68061

Halter / Eigentümer United Airlines Inc., Attn: Treasurer Willis Tower,
233 S Wacker Dr, Chicago, IL 60606-7147, USA

Flugbesatzung Ein verantwortlicher Pilot (*Pilot-In-Command* – PIC), zwei Copiloten (*First Officer* – F/O)

Ausweise Ausgestellt durch die Amerikanische Flugaufsichtsbehörde (*Federal Aviation Administration* – FAA)

Ort Audincourt, Frankreich

Koordinaten N 47° 27' 30" / E 6° 45' 00"

Höhe 19 325 ft AMSL¹

Datum und Zeit 23. August 2017, 10:27 UTC (LT = UTC + 2 h)

Betriebsart Gewerbsmässig

Flugregeln Instrumentenflugregeln (*Instrument Flight Rules* – IFR)

Startort Flughafen Zürich (LSZH)

Zielort Flughafen Washington Dulles (KIAD), USA

Flugphase Start und Steigflug

Art des schweren Vorfalls Druckverlust der Kabine

Personenschaden Keine

Schaden am Luftfahrzeug Leicht beschädigt Luftleitung der Gerätekühlung ge-
borsten

Drittsschaden Keiner

¹ AMSL: *Above Mean Sea Level*, Höhe über dem mittleren Meeresspiegel

Hergang

Das zweistrahlige Linienflugzeug des Musters Boeing B767-424ER, eingetragen als N68061, startete am 23. August 2017 um 10:10 UTC auf der Piste 16 des Flughafens Zürich (LSZH) für einen planmässigen Linienflug nach Washington Dulles (KIAD) über die Abflugroute VE-BIT 3S. Der Kapitän (*Pilot In Command* – PIC), der auf dem linken Pilotensitz sass, übernahm die Rolle des assistierenden Piloten (*Pilot Monitoring* – PM). Die Copilotin (*First Officer* – FO, in der Folge als FO1 bezeichnet), die auf dem rechten Pilotensitz sass, war fliegender Pilot (*Pilot Flying* – PF). Der zweite Copilot, der als zusätzliches Besatzungsmitglied agierte, in der Folge als FO2 bezeichnet, sass auf dem Beobachtersitz hinter den beiden anderen Piloten.

Beim Abheben des Flugzeuges verspürte der PIC einen leichten Druckstoss auf seinen Ohren, den er für dieses Flugzeugmuster als üblich und normal empfand. Während des weiteren Steigfluges bemerkte er auf einer Flughöhe von rund 8000 ft AMSL erneut einen Druckstoss in den Ohren (*ear popping*), den er als unüblich einschätzte. Er schaute deshalb sofort auf das Druckanzeigeelement (*pressurization gauge*) im oberen Bedienpanel (*overhead panel*) und bemerkte, dass die Steigrate der Druckkabine unüblich hoch war. Zu diesem Zeitpunkt passierte die B767 eine Flughöhe von knapp 10 000 ft AMSL mit einer Freigabe der Flugverkehrsleitstelle bis auf die Flugfläche (*Flight Level* – FL) 120. Da sich der Druck in der Kabine offensichtlich nicht wie üblich aufbaute, verlangte die Flugbesatzung einen Steigflug bis auf FL 100, was ihr vom Flugverkehrsleiter (*Air Traffic Controller* – ATCO) gewährt wurde.

Zu diesem Zeitpunkt hatte das Triebwerksanzeige und Besatzungs-Warnsystem (*Engine Indication and Crew Alerting System* – EICAS) die Warnung FWD EQPT VAL (*forward equipment valve*, vorderes Geräteventil) generiert. Ausserdem leuchtete die Warnlampe „valve“ (Ventil) auf dem Bedienpanel für die Geräte Kühlung (*equipment cooling panel*) auf, was bedeutet, dass sich eines der dazugehörigen Ventile nicht in der vorgeschriebenen Stellung befand. Der FO2 nahm daraufhin die entsprechende Checkliste zur Hand, arbeitete diese ab und drehte dabei den betreffenden Wählschalter von AUTO auf STBY. In der Folge begann der Druck in der Kabine zu sinken und sich zu stabilisieren. Die Warnlampe „valve“ blieb jedoch weiterhin aktiviert, was gemäss Checkliste bedeutet, dass der Druckaufbau in der Kabine nicht gesichert war (*pressurization cannot be insured*).

Der PIC gab an, dass er aufgrund des nun normalen Druckaufbaus einen weiteren Steigflug gewünscht habe, da er sich auf FL 100 wegen möglichem Sichtflugverkehr auf dieser Höhe und wegen des gebirgigen Geländes um Zürich herum unsicher gefühlt habe. Die minimale Sektorhöhe (*Minimum Sector Altitude* – MSA), an der sich das Flugzeug zu diesem Zeitpunkt befand, beträgt 4500 ft. Der PIC ergänzte, dass weiterhin ein Problem mit der Druckkabine bestanden habe und er dieses auf einer höheren Flughöhe habe bearbeiten wollen.

Die Flugbesatzung verlangte daraufhin die Bewilligung, auf FL 120 steigen zu dürfen, und bekam die Bewilligung für FL 130. Während dieses Steigfluges baute sich der Kabinendruck normal auf. Auf die Frage des ATCO, ob sie in der Nähe von Zürich bleiben oder auf der geplanten Route weiterfliegen wollten, antwortete die Flugbesatzung, dass sie den Flug auf der geplanten Flugroute fortsetzen wollten. Vier Minuten später verlangte die Flugbesatzung einen weiteren Steigflug und bekam die Erlaubnis, auf FL 230 steigen zu dürfen. Um 10:27 UTC auf einer Flughöhe von rund 19 500 ft und über der Stadt Audincourt in Frankreich fliegend, verspürte der PIC erneut einen starken Druckstoss auf den Ohren und erkannte gleichzeitig, dass die Druckkabine wieder mit erhöhter Rate zu steigen anfang. Die Flugbesatzung entschied sich zu einem sofortigen Sinkflug und setzte die Sauerstoffmasken auf. Ausserdem übermittelten sie eine Notfallmeldung (*Mayday*). Auf dem *equipment cooling panel* leuchtete die Warnlampe „cabin altitude“ (Kabinenhöhe) auf, begleitet von der entsprechenden EICAS- und Audiowarnung. Diese wiesen darauf hin, dass die Kabinenhöhe 10 000 ft überschritten hatte. Die Sauerstoffmasken in der Kabine lösten im weiteren Verlauf allerdings nicht aus, was bedeutet, dass die Kabinenhöhe nie 13 500 ft überschritt.

Der Sinkflug wurde vom ATCO umgehend gewährt. Der PF sank mit Leerlaufschub, ausgefahrenen Luftbremsen (*speed brake*) und ausgeschaltetem Autopiloten auf FL 100 ab. Die

weitere Navigation wurde mittels Vektorführung durch den ATCO sichergestellt. Rund 50 km ostnordöstlich von Dijon in Frankreich flog die B767 um 10:34 UTC in eine Warteschleife (*holding pattern*) auf FL 100 ein. Der FO2 übernahm daraufhin den Funk, der FO1 flog weiterhin das Flugzeug als PF und der PIC informierte über Funk die Fluggesellschaft (*airline operator*) und kontaktierte den zuständigen Unterhaltsbetrieb (*maintenance base*). Mit Unterstützung der Techniker am Boden liess sich das Problem mit der Druckkabine nicht lösen, so dass sich die Flugbesatzung in Absprache mit der Fluggesellschaft für eine Rückkehr nach Zürich entschied. Zu diesem Zeitpunkt war das Flugzeug noch über dem maximal erlaubten Landegewicht. Da sich keine sofortige Landung mit überhöhtem Landegewicht aufdrängte, liess die Flugbesatzung in der Folge rund 35 000 lb Treibstoff ab und verbrannte mit frühzeitig ausgefahrenem Fahrwerk und Landeklappen weitere rund 30 000 lb Treibstoff, bevor sie um 12:09 UTC auf der Piste 16 in LSZH landete.

Während des Anfluges folgte die Kabinenhöhe unmittelbar der Flughöhe des Flugzeuges (*unpressurized aircraft*). Der PIC informierte während des Fluges mehrmals die Kabinenbesatzung sowie die Passagiere über die Probleme mit der Druckkabine und über den Entscheid für die Rückkehr nach Zürich. Sowohl Kabinenbesatzung wie auch Passagiere nahmen den ungewöhnlichen Anstieg der Druckkabine nicht wahr.

Befunde

Nach der Landung wurde das Flugzeug untersucht und folgendes festgestellt:

- Das Ventil, über das die Luft für die Geräte Kühlung aus dem Flugzeugrumpf geleitet wird (*equipment cooling overboard exhaust valve*), befand sich in vollständig geöffneter Stellung.
- Der elektrische Steckverbinder am *equipment cooling overboard exhaust valve* war eingesteckt.
- Die Luftleitung (*air duct*) zum *equipment cooling overboard exhaust valve* war stark beschädigt (vgl. Abbildung 1).
- Im Flugzeug wurden keine Fragmente der beschädigten Luftleitungen gefunden.
- Der Drehschalter am *equipment cooling panel* im *overhead panel* befand sich in der Position STBY.

Weitere Abklärungen ergaben, dass die Flugbesatzung während der Vorbereitung des Flugzeuges vor dem Flug die Statusmeldung FWD GND EXH VAL auf dem EICAS erkannt hatte. Zwei Techniker der SR Technics, die im Besitz der notwendigen Lizenzen für Wartungsarbeiten an der B767 waren, führten in der Folge eine Fehleranalyse durch und kamen zum Schluss, dass das *AVS/IFE inboard/outboard exhaust valve 1* defekt war. Dieses Ventil ist Teil des alternativen Ventilationssystems (*Alternate Ventilation System – AVS*) resp. des Kühlsystems des Bordunterhaltungssystems (*Inflight Entertainment System – IFE*) am Boden. In Absprache mit der Wartungszentrale (*Maintenance Control Center – MCC*) von United Airlines wurde entschieden, dass das Flugzeug gemäss Mindest-Ausrüstungs-Liste (*Minimum Equipment List – MEL*) abgefertigt werden konnte, welche die Deaktivierung dieses Ventils vorsieht.



Abbildung 1: Beschädigter *air duct* (roter Pfeil) am *equipment overboard exhaust valve* (grüner Pfeil). Das rechte Bild zeigt den ausgebauten, beschädigten *air duct*.

Einer der beiden Techniker studierte in der Folge im Büro das in der MEL beschriebene Verfahren zur Deaktivierung des Ventils. Nebst dem Ziehen des entsprechenden Sicherungsautomaten (*circuit breaker*) sollte gemäss Verfahrensvorgaben der elektrische Steckverbinder zum Ventil gezogen und gesichert und das Ventil mittels manueller Betätigung in die vollständig geöffnete Position gebracht werden. Ausserdem sollte im Cockpit ein Aufkleber auf dem *equipment cooling panel* angebracht werden, damit die Deaktivierung des Ventils für die Flugbesatzung erkennbar wurde.

Der Techniker begab sich anschliessend wieder zum Flugzeug, ohne die in der MEL festgehaltenen Verfahrensvorgaben in schriftlicher Form mitzunehmen. Er deaktivierte in der Folge das *equipment overboard exhaust valve* anstelle des *AVS/IFE inboard/outboard exhaust valve 1*. Einen entsprechenden Hinweisaufkleber im Cockpit brachte er nicht an. Die Flugbesatzung holte dies vor dem Abflug selber nach.

Der zweite Techniker blieb in diesem Zeitraum im Büro und erledigte die administrativen Arbeiten.

Bei der Untersuchung durch die SUST wurde festgestellt, dass im Wartungshandbuch (*Aircraft Maintenance Manual – AMM*) und in der MEL von United Airlines der Begriff des *AVS/IFE inboard/outboard exhaust valve* nicht konsequent einheitlich verwendet wurde, sondern stellenweise der Begriff *AVS/IFE inboard/overboard exhaust valve* zur Anwendung kam.

Analyse und Schlussfolgerungen

Das *equipment cooling overboard exhaust valve* schliesst automatisch, wenn der Drehschalter am *equipment cooling panel* in der Position AUTO steht und am Boden beide Triebwerke laufen oder wenn das Flugzeug in der Luft ist. Weil die elektrische Steckverbindung zum Ventil jedoch vom Techniker fälschlicherweise abgehängt worden war, blieb das Ventil in vollständig geöffneter Stellung, dies auch nachdem der Drehschalter im Flug von der Flugbesatzung in die Stellung STBY gebracht wurde.

Die Luftleitung (*air duct*) zum *equipment cooling overboard exhaust valve* ist nicht für grössere Druckdifferenzen ausgelegt, da das Ventil während des Fluges per Design normalerweise geschlossen ist. Im vorliegenden Fall mit geöffnetem Ventil konnte die Luft in der Luftleitung ungehindert in die Atmosphäre entweichen. Die Besatzung gab an, dass sich der Druck in der Kabine nach dem Umschalten des Wählschalters von AUTO auf STBY stabilisierte und die

Kabinenhöhe² wieder leicht zu sinken begann. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass in der neuen Konfiguration die Kabinenluft nicht mehr aktiv mittels eines Ventilators über Bord befördert wurde.

Beim weiteren Steigflug vermochte das Druckbelüftungssystem (*pressurization system*) den Druckabfall über das geöffnete *equipment cooling overboard exhaust valve* nicht mehr auszugleichen, sodass die Kabinenhöhe wieder zu steigen begann. Auf einer Flughöhe von rund 19 500 ft leuchtete die Warnlampe „*cabin altitude*“ auf, was bedeutet, dass die Druckkabine mittlerweile auf über 10 000 ft gestiegen war. Zu diesem Zeitpunkt erkannte die Besatzung, dass das Problem mit dem Druck in der Kabine weiterhin bestand und leitete folgerichtig einen Notabstieg (*emergency descent*) ein.

Es ist naheliegend, dass die Luftleitung der erhöhten Belastung durch die auftretende Druckdifferenz nicht standhielt und deshalb barst.

Die Entscheidung der Flugbesatzung, den Steigflug entlang der vorgesehenen Flugroute auf eine Flughöhe von über 10 000 ft AMSL weiterzuführen, obwohl der Druckaufbau in der Kabine gemäss der abgearbeiteten Checkliste nicht gesichert war, war nicht gemäss den Verfahrensvorgaben und risikobehaftet.

Die Verwechslung des Technikers, der das falsche Ventil in der geöffneten Position deaktivierte, war ursächlich für den schweren Vorfall. Die Vorgehensweise, die Arbeiten aus dem Gedächtnis auszuführen, ohne die in der MEL festgehaltenen Verfahrensvorgaben in schriftlicher Form mitzuführen, wurde im Rahmen der Untersuchung als beitragender Faktor erkannt.

Die nicht einheitliche, inkonsequente Verwendung der Ventilbezeichnungen im AMM und in der MEL könnte die Verwechslung der Ventile begünstigt haben und wurde im Rahmen der Untersuchung als systemisch risikoreich (*factor to risk*) erkannt.

Bereits getroffene Massnahmen

Der zuständige Unterhaltsbetrieb SR Technics führte eine interne Untersuchung zu diesem Vorfall durch. Das Ergebnis wurde in einem Bericht festgehalten, der dem Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) zur Verfügung gestellt wurde. Das BAZL leitete den Bericht an die Amerikanische Flugaufsichtsbehörde (*Federal Aviation Administration – FAA*) weiter.

Die folgenden Massnahmen wurden bei SR Technics umgesetzt:

- Information zum Vorfall an alle Stationen von SR Technics zur Weiterleitung an alle Techniker;
- Sicherstellung, dass für sämtliche Wartungsarbeiten die entsprechende Dokumentation am Flugzeug vorhanden ist;
- Einführung des Vieraugenprinzips bei der Ausführung von Wartungsarbeiten gemäss MEL.

Mit Blick auf diese Ergebnisse kommt die Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle zum Schluss, dass bezüglich des vorliegend untersuchten schweren Vorfalls keine weiteren Ergebnisse zu erwarten sind, die für die Verhütung eines solchen Zwischenfalls notwendig wären. Deshalb verzichtet die SUST gestützt auf Art. 45 VSZV auf weitere Untersuchungshandlungen und schliesst die Untersuchung mit dem vorliegenden summarischen Bericht ab. Die deutsche Fassung dieses Berichts ist das Original und daher massgebend.

Bern, 11. April 2018

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle

² Der *Luftdruck in der Kabine* lässt sich in Relation zu einer bestimmten Höhe ausdrücken. Statt vom Luftdruck in der Kabine wird daher auch von Kabinenhöhe (*cabin altitude*) gesprochen.