

# Untersuchungsbericht

1X001-0/07  
November 2008

## Identifikation

Art des Ereignisses:	Unfall
Datum:	21. September 2007
Ort:	München
Luftfahrzeug:	Verkehrsflugzeug
Hersteller / Muster:	Bombardier Inc. / DHC-8-400
Personenschaden:	ohne Verletzte
Sachschaden:	Luftfahrzeug schwer beschädigt
Drittschaden:	Flughafenanlagen
Informationsquelle:	Untersuchung durch BFU

## Sachverhalt

Beim Anflug zur Landung auf den Flughafen Florenz ließ sich das Bugfahrwerk nicht mit dem Normalsystem ausfahren. Es wurde entschieden nach München zurückzukehren, wo eine Notlandung nur mit ausgefahrenen Hauptfahrwerken durchgeführt wurde.

### Ereignisse und Flugverlauf

Das Flugzeug befand sich auf einem Linienflug von München nach Florenz. Bei der Landung am Bestimmungsort stellte die Besatzung anhand der Anzeigen fest, dass das Bugfahrwerk nicht ausgefahren war. Der Ausfahrvorgang wurde mehrmals ohne Erfolg wiederholt. Aufgrund ungewöhnlicher mechanischer Geräusche wurde nach Angaben der Besatzung das Notverfahren zum Ausfahren des Fahrwerks nicht durchgeführt und die Entscheidung getroffen, nach München zurückzukehren.

In München blieben die Versuche, das Bugfahrwerk mit dem Normal- und auch mit dem Notverfahren aus-

zufahren, erfolglos. Nach den Vorkehrungen für die Notlandung, setzte das Flugzeug um 19:52 Uhr<sup>1</sup> auf der Piste 08R auf und kam nach ca. 465 m auf der Mittellinie der Piste zum Stehen. Die Passagiere konnten das Flugzeug über die Treppe an der vorderen Tür verlassen.

### Angaben zu Personen

Die beiden Flugzeugführer waren jeweils im Besitz einer Erlaubnis für Verkehrsflugzeugführer und eines fliegerärztlichen Tauglichkeitszeugnisses. Die Flugerfahrung des Kapitäns betrug ca. 10 000 Flugstunden, davon 6 918 Stunden auf dem betroffenen Muster. Die Flugerfahrung des Copiloten betrug 3 906 Flugstunden, davon 2 445 Stunden auf dem betroffenen Muster

### Angaben zum Luftfahrzeug

Das Flugzeug DHC-8-400 (S/N 4028, Baujahr 2000) ist ein zweimotoriger Hochdecker. Es verfügt über 72 Passagiersitzplätze. Das betroffene Flugzeug war in Deutschland zum Betrieb zugelassen. Das maximal zulässige Abfluggewicht des Flugzeuges beträgt 29 257 kg. Die Gesamtbetriebszeit zum Zeitpunkt der Störung betrug 13 382 Flugstunden.

Die DHC-8-400 hat ein einziehbares Fahrwerk in Bugradanordnung. Die Fahrwerke werden aus- oder eingefahren, indem die Position des Fahrwerkbedienhebels im Cockpit verändert wird. Diese Veränderung löst ein elektrisches Signal aus, das die mechanischen Verriegelungen löst und die Fahrwerke hydraulisch ein- oder ausfährt. Für den Fall, dass die Stromversorgung oder das Hydrauliksystem ausfällt, können die Fahrwerke über ein mechanisches Notsystem ausgefahren jedoch nicht eingefahren werden.

---

<sup>1</sup> Alle angegebenen Zeiten, soweit nicht anders bezeichnet, entsprechen Ortszeit

Das Notausfahren des Bugfahrwerkes erfolgt mechanisch durch einen Zuggriff in der Nähe der Tür im Boden des Cockpits. Die erste Bewegung des Zuggriffs entriegelt die Bugfahrwerksklappen. Sobald durch den Entriegelungshebel die Betätigungsmechanik der Bugfahrwerksklappen freigegeben ist, zieht eine Schraubenfeder die Klappen auf.

Eine Fortsetzung der Bewegung des Zuggriffs entriegelt das Bugfahrwerk, und es fällt dann in die ausgefahrene und mechanisch verriegelte Position. Wegen der fehlenden Hydraulikunterstützung bleiben die Bugfahrwerksklappen nach einer Notbetätigung des Fahrwerks geöffnet.

#### Meteorologische Informationen

Die Wetterinformation für den Verkehrsflughafen München zum Unfallzeitpunkt lautete: Wind aus 80° mit 5 Knoten, wolkenlos, keine Sichtbehinderung (CAVOK), Temperatur 14 °C, Taupunkt 9 °C, Höhenmessereinstellung 1 022 hPa, keine wesentliche Änderungen zu erwarten (nosig).

#### Angaben zum Flugplatz

Der Verkehrsflughafen München liegt nordöstlich der Stadt und hat eine Bezugshöhe von 1 487 ft. Er verfügt über zwei 4 000 m lange parallel verlaufende Asphalt-Start- und Landebahnen in Ost/West-Richtung (08/26).

#### Flugdatenaufzeichnung

Der Flugdatenschreiber und der Cockpit Voice Recorder standen für eine Auswertung zur Verfügung. Eine Auswertung wurde nicht durchgeführt.

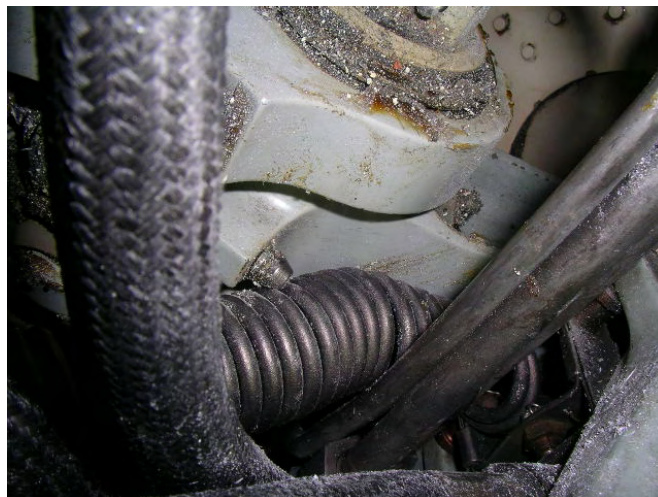
#### Unfallstelle und Feststellungen am Luffahrzeug

Das Flugzeug hatte kurz hinter der Schwelle der Landebahn 08R mit den Rädern der beiden Hauptfahrwerke aufgesetzt. Die Schleifspur des Rumpfbugs begann am Rollweg B4, ca. 1 100 m hinter der Schwelle. In Höhe des Rollwegs B6, bei ca. 1550 m, kam das Flugzeug auf der Mittellinie zum Stillstand.

Die beiden vorderen Bugfahrwerksklappen waren geöffnet und zur Seite gedrückt. Bei der Bergung wurde das Flugzeug auf ein Spezialfahrzeug gesetzt. Dabei war ersichtlich, dass die Außenhaut des Rumpfes sowie der Druckspant unmittelbar hinter dem Bugfahrwerksschacht angeschliffen waren.

Die weitere Untersuchung am Flugzeug ergab, dass im normalen Betätigungssystem der Klappen und des Bugfahrwerks sowie in der Mechanik zum Notausfahren keine Beschädigungen vorhanden waren. Am Zuggriff zum Notausfahren wurde ein Betätigungsweg von 11 cm gemessen. Als normaler Betätigungsweg wurden an einem anderen Flugzeug gleichen Modells ca. 30 cm ermittelt.

Eine Schraubenfeder wurde eingeklemmt zwischen den Hydraulikleitungen der Bugfahrwerkssteuerung und dem unteren Teil der Knickstrebe des Bugfahrwerks gefunden (Anlage 1). Die Feder war an einem Ende gebrochen. Nachdem die Feder aus dem Fahrwerk entfernt worden war, konnte das Bugfahrwerk problemlos ein- und ausgefahren werden.



Eingeklemmte Feder

Die Feder (Spring PN: 47844-101) war ein Teil der Betätigungsmechanik der vorderen Bugfahrwerksklappen. In geschlossener Position ist die Feder gespannt (Anlage 2).



Gebrochene Schraubenfeder

Sie ist an beiden Enden jeweils um 185° gebogen und an der Klappe bzw. an der Betätigungsmechanik befestigt. Die Feder war an einem der beiden Hakenausläufe gebrochen. Bei der Inaugenscheinnahme der Bruchflächen wurden Anzeichen eines Ermüdungsbruchs festgestellt.

Mit der Bestimmung der Bruchart beauftragte die Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung einen Gutachter vom Institut für Werkstoffkunde der Technischen Universität Braunschweig. Zusammenfassend kommt dieser zu folgendem Ergebnis:

1. *Im Rasterelektronenmikroskop wurde zweifelsfrei ein Schwingungsbruch bestätigt.*
2. *Der Schwingungsanriss startete auf der Innenseite des Hakenauslaufs.*
3. *Innerhalb dieser ohnehin gefährdeten Zone war die Hakenoberfläche durch Reibkorrosion zusätzlich geschädigt worden.*
4. *Durch den Abrieb der äußeren Drahtschicht verlor die Feder die durch das Kugelstrahlen im Bereich der Oberfläche eingebrachten schützenden Druckeigenstressungen.*
5. *Aufgrund der Risslänge und Schwingstreifenbreite ist von mindestens 3000 Riss vorantreibenden Zyklen auszugehen.*
6. *Der Schaden resultiert aus der Federbetätigung bei Start und Landung, nicht aus den Schwingungen während des Fluges.*
7. *Auch am gegenüberliegenden, bislang nicht gebrochenen Haken fanden sich deutliche Spuren von Reibkorrosion. Ein Riss, der sich ebenfalls dort entwickelt hatte, bestätigte die prinzipielle Auffälligkeit der Konstruktion.*
8. *Abhilfe gegen Reibkorrosion schafft nur die konstruktive Trennung der beiden Reibpartner.*

Organisationen und deren Verfahren

Im eigenen Wartungsbetrieb des Luftfahrtunternehmens wurde das Flugzeug fortlaufend nach einem Programm des Flugzeugherstellers instand gehalten.

Am 9. September 2007 wurde das Fahrwerkssystem im Rahmen eines A-Checks zuletzt überprüft. Zu diesem Zeitpunkt hatte das Flugzeug 13 379 Flugstunden und 13 475 Landungen absolviert.

Zusätzliche Informationen

Nach Auskunft des Betreibers sind anfänglich bei der DHC-8-300 ebenfalls solche Schraubenfedern während des Fluges verloren gegangen. Seitdem diese Federn konstruktiv geändert wurden, traten solche Ereignisse nicht mehr auf.

## Beurteilung

Eine Notbetätigung des Fahrwerks am Bestimmungsort hätte zu einem teilweise ausgefahrenen Fahrwerk geführt. In dieser Konfiguration wäre eine Rückkehr nach München nicht möglich gewesen. Nach den Erkenntnissen der technischen Untersuchung bestand für die Besatzung im Fluge keine Möglichkeit das verklemmte Bugfahrwerk in die ausgefahrene und verriegelte Position zu bringen. Die Entscheidung, die Notbetätigung der Fahrwerke nicht in Florenz durchzuführen, erscheint daher sachgerecht und richtig.

Trotz der eingeklemmten Schraubenfeder erreichte das Bugfahrwerk die eingefahrene mechanisch verriegelte Position. Daraus ergab sich jedoch eine zusätzliche Kraft, durch die die Verriegelungsmechanik belastet wurde. Bei der technischen Untersuchung wurde nachgewiesen, dass das zum Lösen der Verriegelung erforderliche Kraftniveau weder durch das Hydrauliksystem noch über das Zugseil der Notbetätigung aufzubringen war.

Die Untersuchung der gebrochenen Schraubenfeder zeigte, dass Reibkorrosion auf den Innenseiten beider Hakenausläufe zur Bildung von Schwingungsanrissen und damit zur Querschnittsschwächung geführt hat. Eine Beanspruchung dieser Art tritt in den genannten Bereichen bei Start und Landung auf und kann durch konstruktive Maßnahmen gemindert werden.

Eingeklemmt werden konnte die gebrochene Schraubenfeder jedoch nur, weil sich das Bruchstück mit dem Federkörper aus seiner Befestigung ausgehängt hatte. Der Verlust solcher Schraubenfedern bei anderen baugleichen Flugzeugen des Herstellers zeigt, dass es bei einem Bruch der Schraubenfeder oder dem Versagen der Befestigung nicht zwangsläufig zu einer Blockierung des Ein- und Ausfahrmechanismus des Bugfahrwerks kommt. Um diese Eventualität jedoch verlässlich auszuschließen, müsste konstruktiv verhindert werden,

dass sich die Schraubenfeder aus ihrer Befestigung aushängen kann.

## Schlussfolgerungen

Die unmittelbaren Ursachen für den Unfall waren:

- Aufgrund eines Schwingungsanrisses durch Reibkorrosion brach im Betätigungsmechanismus für die Bugfahrwerksklappen eine Schraubenfeder.
- Die Bruchstücke der Schraubenfeder fielen in den geschlossenen Fahrwerksschacht in die Nähe des Federbeins und verklemmten sich beim Einfahren des Bugfahrwerks in der Knickstrebe.
- Die eingeklemmte Schraubenfeder blockierte die Verriegelungsmechanik des Bugfahrwerks in der eingefahrenen und verriegelten Position.
- Die erforderliche Kraft zum Lösen der blockierten Verriegelungsmechanik konnte weder mit dem Normal- noch mit dem Notsystem aufgebracht werden.

## Sicherheitsempfehlungen

Nach dem Unfall wurde die Mechanik der Ansteuerung der Bugfahrwerkstore durch den Hersteller der Schraubenfeder und den Flugzeughersteller geändert. Die Änderung 4-113552 sieht für die Spiralfeder in der Betätigung der Bugfahrwerkstore den Einbau von Schutzkappen vor, mit denen bei einem Bruch einer der Befestigungen verhindert werden soll, dass die Spiralfeder wegfällt.

Transport Kanada, zuständig für die Musterzulassung der DHC-8-400, führt Gespräche mit dem Flugzeughersteller mit dem Ziel, die Konstruktion der Spiralfeder zu ändern.

Aufgrund dieser Maßnahmen hat die BFU auf eine entsprechende Sicherheitsempfehlung verzichtet.

Untersuchungsführer

K. Büttner

Mitwirkung

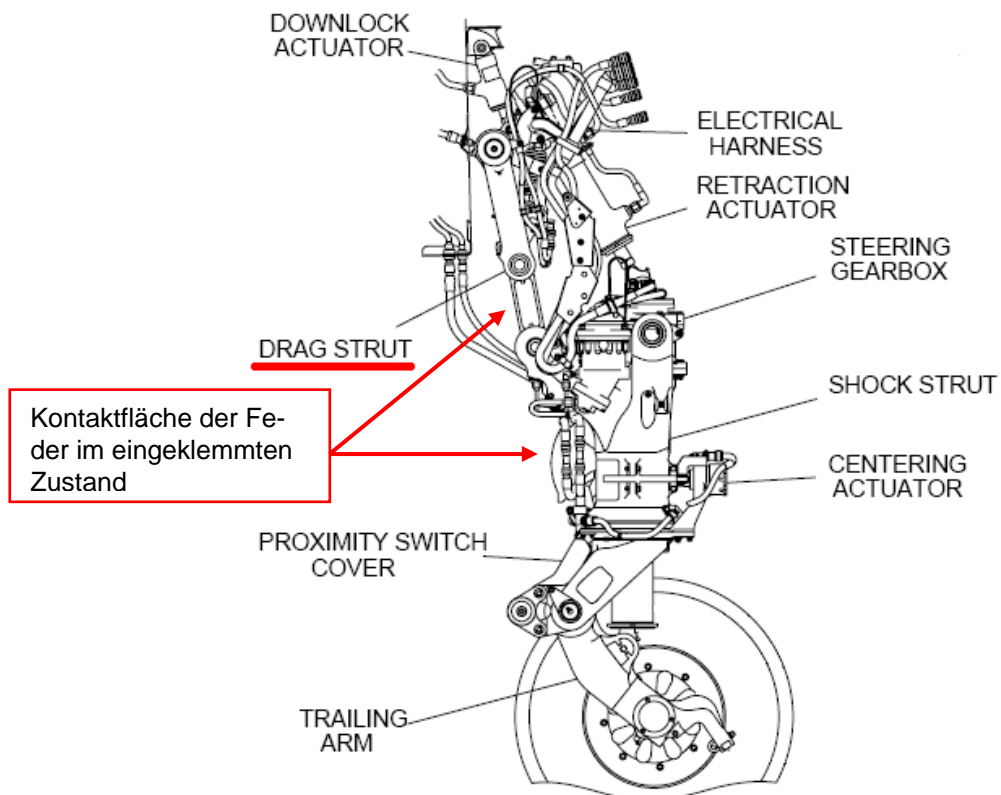
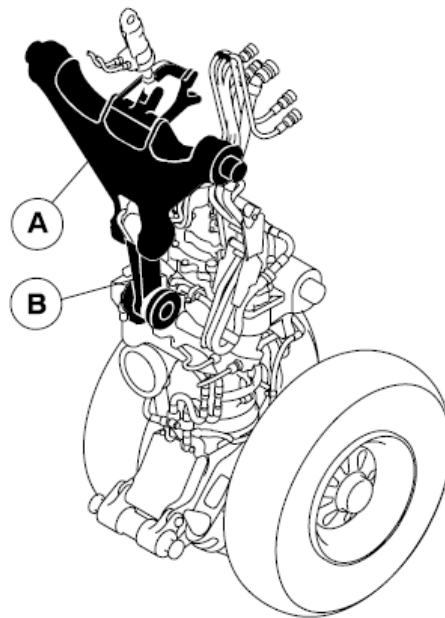
Untersuchung vor Ort

T. Karge, U. Berndt, K. Büttner

## Anlagen

# Anlage 1

Darstellung des Bugfahrwerkes



## Anlage 2

## Position der Feder im Bugfahrwerksschacht

