

Untersuchungsbericht

1X002-0/02
Oktober 2003

Identifikation

Art des Ereignisses:	Unfall
Datum:	14. September 2002
Ort:	München
Luftfahrzeug:	Verkehrsflugzeug
Hersteller / Muster:	Canadair / CL-600
Personenschaden:	ohne Verletzte
Sachschaden:	Luftfahrzeug schwer beschädigt
Drittschaden:	keiner
Informationsquelle:	Untersuchung durch BFU

die beiden Hauptfahrwerke die ausgefahrene und verriegelte Position. Durch ein rotes Licht und eine akustische Warnung (GEAR DISAGREE) wurde den Piloten signalisiert, dass das Bugfahrwerk (NLG) nicht mit der Position der Hauptfahrwerke übereinstimmte.

Der Landeanflug wurde daraufhin abgebrochen und die Fahrwerke wurden wieder eingefahren. Im eingefahrenen Zustand waren keine Abnormalitäten mehr vorhanden. Ein erneuter Versuch, in der Warteschleife die Fahrwerke mit dem Normalverfahren auszufahren, führte wieder zur Fehlfunktion des NLG. Auch mehrere Versuche, alle Fahrwerke mit dem Notverfahren in eine ausgefahrene und verriegelte Position zu bringen, blieben erfolglos. Bei einem Vorbeiflug am Kontrollturm wurde festgestellt, dass lediglich die Fahrwerkstore vom Einbauraum für das NLG geöffnet waren. Vom NLG selbst oder dessen Bereifung war nichts zu sehen.

Sachverhalt

Ereignisse und Flugverlauf

Um 18:46 Uhr¹ landete auf dem Flughafen München ein Verkehrsflugzeug mit eingefahrenem Bugfahrwerk. Das Flugzeug kam auf der Landebahn zum Stehen. Die Insassen verließen das Flugzeug durch die Notausstiege über den Tragflächen und den vorderen Ausgang.

Das Flugzeug war in Cagliari/Italien mit 49 Fluggästen und 4 Besatzungsmitgliedern zu einem Charterflug nach München gestartet. Am Zielflugplatz war ein Anflug mit dem Instrumentenlandesystem (ILS-Anflug) auf der Landebahn 26L geplant. Während des Landeanfluges erreichten beim Ausfahren der Fahrwerke nur

Nachdem alle Möglichkeiten diesen Zustand zu verändern ausgeschöpft waren, wurden die Vorbereitungen für eine Landung mit eingefahrenem NLG getroffen. Die Hauptfahrwerksrädern setzten bei einer angezeigten Fluggeschwindigkeit von 120 kt auf die Landebahn auf. Bei 80 kt bekam der Rumpfbogen Bodenberührung. Das Flugzeug kam auf der Bahnmittellinie zum Stillstand.

Angaben zu Personen

Der 31-jährige verantwortliche Flugzeugführer übernahm nach dem Auftreten der Fahrwerksprobleme die Steuerung des Flugzeugs. Er hatte eine Erlaubnis als Verkehrsflugzeugführer und war berechtigt, mehrmotorige Flugzeuge mit einer Masse von über 5 700 kg sowie das geflogene Muster zu fliegen. Seine Gesamt-

¹ Alle angegebenen Zeiten, soweit nicht anders bezeichnet, entsprechen Ortszeit

flugerfahrung betrug ca. 3 200 Flugstunden, davon auf dem Muster ca. 2 930 Flugstunden.

Angaben zum Luftfahrzeug

Das Flugzeug wurde von einem deutschen Luftfahrtunternehmen international zur Personenbeförderung im Linien- und Charterflugverkehr eingesetzt. Der 56-sitzige zweimotorige Tiefdecker (S/N 7005, Baujahr 1992) hatte bis zum Unfalltag 21.977 Flugstunden absolviert. Das Fluggewicht und der Schwerpunkt lagen im zulässigen Bereich.

Im Rahmen der fortlaufenden Instandhaltung wurde an dem Flugzeug bei einer Betriebszeit von 21.953 Flugstunden vom technischen Betrieb des Luftfahrtunternehmens ein A-Check durchgeführt. Bei dieser Maßnahme wurden in der Zeit vom 04. bis 11. September 2002 alle Fahrwerke ausgewechselt, weil diese die vom Hersteller festgelegte Betriebszeit erreicht hatten.

Die Maßnahme umfasste am NLG auch einen Wechsel des Einfahrzylinders, der Widerstandsstrebe und der Bugfahrwerkverriegelung für den eingefahrenen Zustand. Offene Beanstandungen, die Auswirkungen auf das Ereignis gehabt haben könnten, wurden nicht festgestellt.

Meteorologische Informationen

Der Bodenwind wehte im Mittel mit 6 Knoten aus Richtung Nordwest (300°). Es war wolkenlos und die allgemeine Sicht am Boden uneingeschränkt. Die Lufttemperatur lag in Bodennähe bei etwa 19 °C. Die Taupunkttemperatur betrug etwa 7 °C. Der auf NN reduzierte Luftdruck (QNH) betrug 1 018 hPa.

Angaben zum Flugplatz

Der Verkehrsflughafen München liegt nordöstlich der Stadt und hat eine Bezugshöhe von 1 486 ft. Er verfügt über zwei 4 000 m lange parallel verlaufende Asphaltstart- und Landebahnen in Ost/West-Richtung (08/26).

Flugdatenaufzeichnung

Flight-Data-Recorder (FDR):

Der im Flugzeug eingebaute FDR (LORAL F 1000, P/N S800-2000-00, S/N 01158) zeichnete in einem Zeitintervall von 63 Stunden 140 Parameter auf. Das Gerät war in einem guten äußerlichen Zustand. Die Auswertung des FDR umfasste den Zeitraum vom ersten Anflug bis zur Landung. Die für den Unfall relevanten Parameter wurden ausgewählt und als Funktion der Zeit graphisch dargestellt.

Der Ausschnitt zeigt die Landung mit den für diese Phase relevanten Parameter (Anlage 1). Die Aufzeichnung des FDR bestätigte die Fahrwerksfehlfunktion.

PROXIMITY SWITCH ELECTRONIC UNIT = PSE

Das Flugzeug war mit einem elektronischen Gerät ausgerüstet, in dem die während des Betriebs anfallenden Informationen und Meldungen aus den Systemen und der elektronischen Ausrüstung gespeichert wurden. Diese würden auch Meldungen über aufgetretene Fehlfunktionen beinhalten.

Die Speicher dieses Gerätes wurden ausgelesen. In der PSEU waren keine Systeminformationen zur Fahrwerksfehlfunktion gespeichert. Es wurden nur Meldungen als Folge des Ereignisses aufgezeichnet.

Cockpit-Voice-Recorder (CVR):

Der im Flugzeug eingebaute CVR (LORAL A 100A, P/N 93-A100-83, S/N 62281) zeichnete auf einem Endlos-Magnetband die Gespräche im Cockpit auf, wobei die aufgezeichneten Informationen nach ca. 30 Minuten wieder überschrieben wurden. Das Gerät wurde vom technische Personal des Luftfahrtunternehmens sofort nach dem Stillstand des Flugzeugs durch Abschalten der Stromversorgung gestoppt.

Die Aufzeichnung des CVR ergab, dass die Fluggäste von der Kabinenbesatzung die notwendigen Verhaltensanweisungen bekamen und dass die Cockpitbesatzung sich besprach und die für die Situation vorgesehenen Checklisten benutzte.

Unfallstelle und Feststellungen am Luftfahrzeug

Für die Notlandung auf der Landebahn 26L wurde auch der Betrieb auf der Parallelbahn im Norden eingestellt. Das Flugzeug kam ca. 1800 m nach der Schwelle auf der Mittellinie der Landebahn zum Stillstand. Die Schleifspur vom Rumpfbug begann erst nach 1600 m. In der Mitte der Schleifspur war eine Gummiabriebspur vorhanden. Unmittelbar nach dem Stillstand bildete sich im Cockpit leichter Rauch und es wurde Brandgeruch wahrgenommen, weshalb die Fluggäste unverzüglich evakuiert wurden. Ein Brand entstand jedoch nicht.

Zur Bergung der Flugzeugs wurde der Rumpfbug mit Luftkissen angehoben. Dabei fiel das NLG heraus und verriegelte. Als Schaden war ersichtlich, dass die Bugfahrwerkstore (NLG-DOORS) zerstört und die Außenhaut des Rumpfes sowie der Spant unmittelbar hinter dem Bugfahrwerksschacht angeschliffen waren.

Die aufgetretene Fehlfunktion vor Ort sollte im Funktionsversuch reproduziert werden. Als einzige Veränderung wurden dazu die beschädigten NLG-Doors abgebaut. Bei dem auf Stützen gestellten Flugzeug wurden die Fahrwerke mehrmals hydraulisch ein- und ausgefahren. Eine Fehlfunktion trat dabei nicht auf. Auch mit dem mechanisch betätigten Notausfahrssystem erreichten alle Fahrwerke immer die ausgefahrene und verriegelte Position.

Zum Abschluss der Funktionsversuche vor Ort wurden die Filter vom Hydrauliksystem 3 überprüft, mit dem u.a. die Fahrwerke aus- und eingefahren werden. Im Rücklaufilter wurden größere Metallspäne gefunden. Der Filter mit den Spänen wurde bei dem Wehrwissenschaftlichen Institut für Werk-, Explosiv- und Betriebsstoffe (WIWEB) in Erding untersucht. Hier wurde festgestellt, dass die Metallspäne unterschiedliche Längen (3-5,5 mm) aber gleiche Breite (2,5 mm) hatten. Eine Spanoberfläche war glatt, während die andere geriffelt/strukturiert war. Die Form der Späne lässt darauf schließen, dass es sich um Späne aus dem Bearbeitungsprozess handelt (Drehen/Fräsen). Die Ergebnisse der halbquantitativen EDX-Analyse (Elementzusammensetzung der Späne) weisen auf einen Hochlegierten Cr-Ni-Mn-Stahl hin.

Dem Hersteller des Flugzeugs wurden vom Luftfahrtunternehmen und der BFU alle Daten (PSEU, FDR) des Unfalls zur Verfügung gestellt. Er unterstützte die Untersuchung am Luftfahrzeug mit einer Kontrollanweisung, die von dem technischen Betrieb des Luftfahrtunternehmens vor Ausbau des NLG abgearbeitet wurde. Dabei wurde festgestellt, dass es nicht möglich war, die Rolle (UPLOCK PIN) zu drehen, unter der im eingefahrenen Zustand des NLG der Verriegelungshaken (LATCH) greift.

Das NLG, die Einfahrverriegelung, der Ein-/Ausfahrzylinder und die Wahlventile für das NLG und die Fahrwerkstore wurden beim Fahrwerkhersteller im Beisein von Vertretern des Luftfahrtunternehmens untersucht. Mit Ausnahme der Feststellung am UPLOCK PIN waren alle Komponenten in einwandfreiem Zustand und es wurde die einwandfreie Funktion festgestellt.

Die Geometrie des NLG wurde beim Fahrwerkhersteller in einem Computerprogramm übertragen. Mit diesem Programm wurde festgestellt, dass in der eingefahrenen verriegelten Stellung zwischen dem LATCH und dem UPLOCK PIN ein Abstand von 0,09448 inch (Soll: 0,125 bis 0,195 inch) und in der entriegelten Stellung ein Abstand von 0,046 inch bestanden haben soll.

Organisationen und deren Verfahren

Der technische Betrieb des Luftfahrtunternehmens war zuständig für den Wechsel der Fahrwerke im Rahmen der laufenden Instandhaltung. Der Wechsel des NLG beinhaltete den Aus- und Einbau des kompletten NLG, der Widerstandsstrebe (Drag Brace), des Ein-/Ausfahrzylinders (NLG Extension/Retraction Actuator) und der Einfahrverriegelung (Uplock-Assembly). Hierzu waren folgende Anweisungen des Herstellers zu beachten:

Aircraft Maintenance Manual (AMM-in Auszügen)

1. **Task 32-21-01-400-801**
Installation of the NLG Shock Strut
2. **Task 32-33-05-400-801**
Installation of the NLG Drag Brace
3. **Task 32-33-01-400-401**
Installation of the NLG Extension/Retraction Actuator
4. **Task 32-33-05-400-801**
Installation of the Uplock Assembly

Bei der Überholung des NLG waren folgende Anweisungen des Fahrwerksherstellers zu beachten:

Component Maintenance Manual (CMM-in Auszügen)

CMM 32-20-04, Punkt G (4):
Install the uplock pin, the washer and the nut.
Tighten the nut until the uplock pin will just turn.

Der Instandsetzungsbetrieb, bei dem das NLG einbaufertig vormontiert wurde, wies bei den Untersuchungen darauf hin, dass im CMM 32-20-04 gemäß einer Mitteilung des Herstellers (SB 16040-32-7) der fest zu montierende UPLOCK PIN mit der PN 200811620 noch als einbaufähig aufgeführt war.

Zusätzliche Informationen

Im AMM wurde für den Einbau des Achsträgers (**Task 32-21-15-400-801 Installation of the NLG Axle Assembly, Subtask 32-21-15-945-002**) in der Reference (**Task 32-33-05-820-801 Alignment of the NLG Uplock Assembly**) auf eine zu prüfende Einstellung hingewiesen. Im **Subtask 32-33-05-820-003, (8)** wird beschrieben, dass zwischen dem Haken (UPLOCK FORK) und der Rolle (UPLOCK-PIN) im verriegelten Zustand ein Abstand von 0,125-0,195 inch bestehen muss.

Beurteilung

Für eine Fehlfunktion des elektrohydraulischen Betätigungssystem ergaben sich keine Hinweise. Das bei der Untersuchung festgestellte zu kleine Einbaumaß sowie der nicht drehbar vorgefundene UPLOCK PIN lassen den Schluss zu, dass das NLG mechanisch in der eingefahrenen Position festgehalten wurde. Das erklärt auch, warum die mechanische Notbetätigung erfolglos blieb.

Die Verriegelung des eingefahrenen Fahrwerks erfolgt in einer Einheit (Uplock Assembly), die im Fahrwerksschacht an der Flugzeugstruktur montiert ist. Zum Entriegeln gibt ein Winkelhebel den Verriegelungshaken

frei. Der Winkelhebel kann vom hydraulischen Betätigungssystem oder der mechanischen Notbetätigung in die dafür notwendige Position gebracht werden. Federkraft zieht dann den Haken gegen einen Anschlag, wodurch die Verriegelung des eingefahrenen NLG aufgehoben ist. Das Gewicht des Fahrwerks unterstützt beim Verlassen der Verriegelung die Bewegung des Hakens. In dieser Phase hat die Rolle dabei den geringsten Abstand zum Haken.

Der Abstand wird durch eine Einstellung bestimmt, die erst nach dem Einbau des kompletten Fahrwerks vorgenommen werden kann. Die Einstellung war zu klein, so dass davon auszugehen ist, dass die Rolle noch den Haken berührt hat. Erst jetzt machte sich bemerkbar, dass die Rolle nicht drehbar war. Dadurch ergab sich eine hohe Reibungskraft zwischen der Rolle und dem Haken, wodurch das NLG festgehalten wurde.

Die Instandhaltung und –Setzung erfolgt nach den Anweisungen des Flugzeugherstellers. Dieser Grundsatz bringt es mit sich, dass der Hersteller den damit befassten Betrieben alle dafür benötigten Informationen liefern muss. Trotz Unterschiede in den Systemen, wie diese Informationen gegeben werden, ist es das Ziel, diese Informationen so umfassend wie nötig an den Stellen zu geben wo sie benötigt werden.

Im AMM für das Muster CL-600 ist dieses Prinzip am Beispiel des Achsträgers gut erkennbar. Dem Arbeitsauftrag (task) zum Einbau des Achsträgers sind Unterabschnitte (subtask) zugeordnet, hier die Verriegelung des eingefahrenen NLG, auf die der Einbau einen Einfluss haben könnte. Mit der Überprüfung und evtl. Korrektur werden dann die Verhältnisse für die einwandfreie Funktion der Verriegelung hergestellt.

Der Hinweis auf die Überprüfung und Einstellung muss an allen Stellen wiederholt werden, an denen eine Beeinflussung der Einstellung möglich ist. Im vorliegenden Fall wäre dies beim Wechsel der Einfahrverriegelung und des NLG der Fall. In diesen Arbeitsaufträgen fehlte der Hinweis auf die Überprüfung des Abstandes zwischen UPLOCK PIN und LATCH. Daher wurde das Einbaumaß nicht überprüft und eingestellt.

Bei der Überholung des NLG waren zwar verschiedene uplock pins einbaufähig, die Arbeitsanweisung für den Einbau war jedoch für alle gleich. Der Arbeitsfehler hätte beim Einbau des NLG erkannt und behoben werden können. Dazu bedurfte es jedoch auch eines Hinweises im AMM, dass der UPLOCK PIN drehbar sein soll. Dieser Hinweis sollte bei allen Inspektionen am NLG gegeben werden.

Schlussfolgerungen

Die Ursachen für diesen Unfall waren:

- im AMM fehlte für den Einbau des NLG und der Uplock Assembly der Hinweis auf ein wichtiges Einbaumaß
- im eingefahrenen verriegelten Zustand des NLG war der Abstand zwischen Haken und Rolle in der Verriegelung zu klein
- im eingefahrenen entriegelten Zustand des NLG gab der Verriegelungshaken die Rolle nicht vollständig frei
- durch eine Schwergängigkeit der Rolle wurde das NLG in der eingefahrenen entriegelten Position festgehalten

Systembedingt beigetragen zu den Ursachen hat:

- der Abstand zwischen UPLOCK PIN und LATCH wurde im verriegelten eingefahrenen Zustand nach dem Einbau des NLG wegen fehlender Hinweise in den Instandhaltungsunterlagen nicht überprüft und eingestellt
- bei der Überholung des NLG wurde eine Änderung in der Arbeitsanweisung für den Einbau des UPLOCK PIN nicht beachtet
- die Drehbarkeit des UPLOCK PIN wurde nach dem Einbau des NLG wegen fehlender Hinweise in den Instandhaltungsunterlagen nicht überprüft und eingestellt

Sicherheitsempfehlungen

Um sicherzustellen, dass sich nicht während der Untersuchungen ein Unfall aus gleichem Anlass ereignen könnte, haben das Luftfahrtunternehmen und der Flugzeughersteller die ersten Erkenntnisse der Untersuchungen zum Anlass für folgende Maßnahmen genommen:

- Engineering Order R-32-1-062-00:
Title: AMM Revision of NLG change
AMM Temporary Revision CLH 32-(009-014)
- All Operator Message No. 642
SUPJEKT: NLG Uplock System Rigging

Zur Verhütung künftiger Unfälle hat der Flugzeughersteller vor Abschluss der Untersuchungen für alle Flugzeuge des Musters folgende Maßnahmen durchgeführt:

- AMM Temporary Revision 32-155
Title: UPLOCK ASSEMBLY, NLG-REMOVAL/INSTALLATION
- AMM Temporary Revision 32-162
Title: UPLOCK ASSEMBLY, NLG-ADJUSTMENT/TEST
- ALERT SERVICE BULLETIN A601R-32-089
SUBJECT: NLG-Inspektion and Adjustment of NLG Uplock Pin Engagement in Uplock Latch

Nach Abschluss der Untersuchungen hat die BFU aufgrund der Maßnahmen des Luftfahrtunternehmens und des Flugzeugherstellers keine weiteren Sicherheitsempfehlungen herausgegeben.

Anlagen

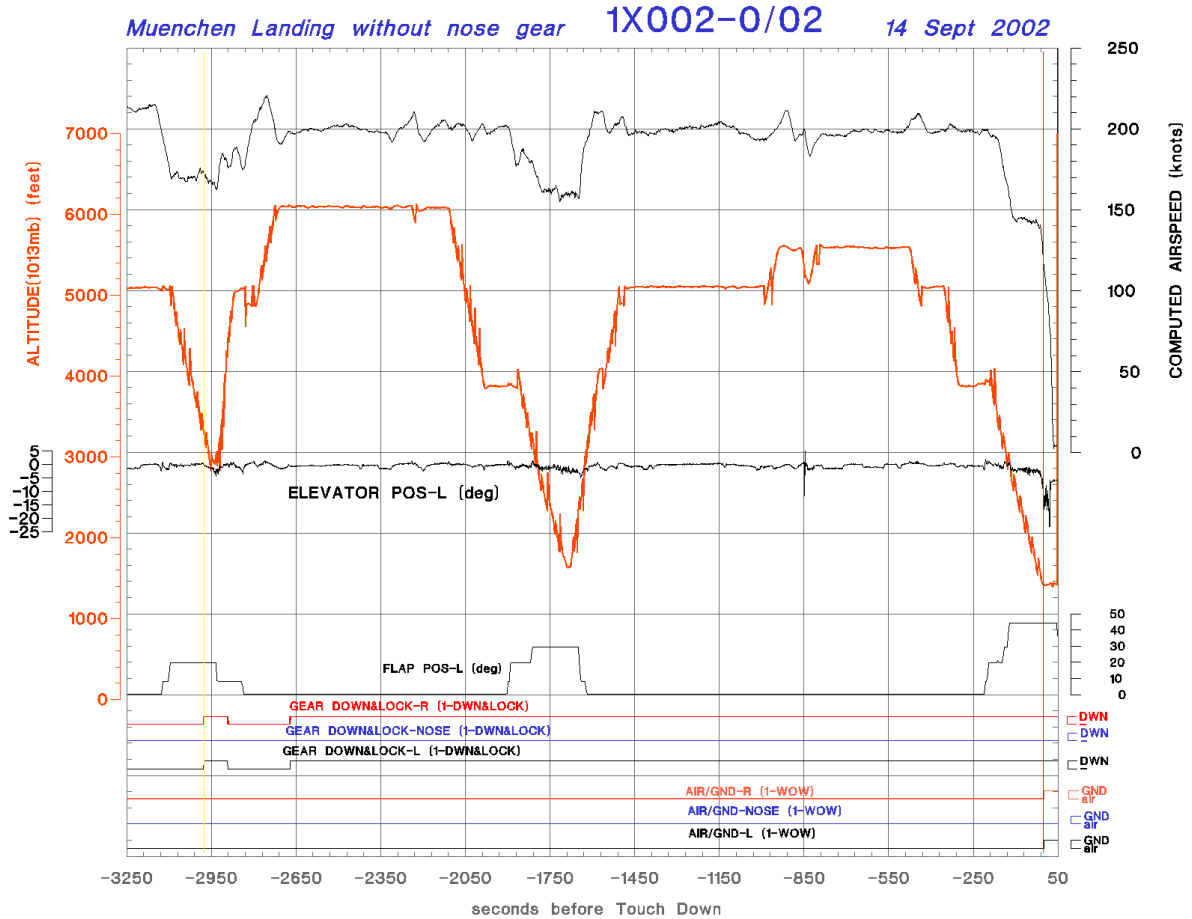
1 FDR- Auswertung vom Ereignis

Untersuchungsführer K. Büttner

Mitwirkung

Untersuchung vor Ort G. Leibe, K. Büttner

Anlage 1



*Preliminary Data Overlook
Created: September 17, 2002*

BFU Flight Recorders

Die Untersuchung wurde in Übereinstimmung mit dem Gesetz über die Untersuchung von Unfällen und Störungen beim Betrieb ziviler Luftfahrzeuge (Flugunfall-Untersuchungs-Gesetz - FIUUG) vom 26. August 1998 durchgeführt. Danach ist das alleinige Ziel der Untersuchung die Verhütung künftiger Unfälle und Störungen. Die Untersuchung dient nicht der Feststellung des Verschuldens, der Haftung oder von Ansprüchen.

mail: box@bfu-web.de
<http://www.bfu-web.de>
 Tel: 0 531 35 48 0
 Fax: 0 531 35 48 246

Herausgeber/Vertrieb:
 Bundesstelle für
 Flugunfalluntersuchung
 Hermann-Blenk-Str. 16
 38108 Braunschweig