

# Untersuchungsbericht

5X011-0/99  
November 2000

## Sachverhalt

Art des Ereignisses:	Schwere Störung
Datum:	26. Dezember 1999
Ort:	Flughafen München
Luftfahrzeug:	Verkehrsflugzeug
Hersteller / Muster:	Douglas / DC9-83
Personenschaden:	ohne Verletzte
Sachschaden:	Luftfahrzeug leicht beschädigt
Drittsschaden:	keiner

## Flugverlauf

Um 18:17 Uhr<sup>1</sup> begann das Flugzeug auf der Startbahn 26L seinen Startlauf zu einem Charterflug nach Las Palmas. Bis zu dem Augenblick, in dem das Abheben eingeleitet werden sollte (Rotationsgeschwindigkeit  $V_R$ ), verlief der Start ohne Auffälligkeiten. Beim Erreichen der  $V_R$  war es nicht möglich das Flugzeug zu rotieren. Die Steuersäule ließ sich nur bis kurz über die Neutralstellung ziehen. Der Start wurde abgebrochen. Bedingt durch die Bahnlänge konnte der Startabbruch relativ problemlos durchgeführt werden.

## Untersuchung

Die schwere Störung und der bereits vorliegende Erkenntnisstand wurden am 28.12.99 vom Luftfahrtunternehmen (LU) der Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung (BFU) schriftlich angezeigt. In Zusammenarbeit mit dem LU wurde von der BFU eine Untersu-

chung durchgeführt. Im Auftrag der BFU erstellte der Deutsche Wetterdienst (DWD) ein Wettergutachten. Während der Untersuchung bestand enger Kontakt zum Flugzeughersteller. Die Aufzeichnung des Flugschreibers (FDR) stand für die Untersuchung nicht zur Verfügung.

Die Höhensteuerung der MD-83 besteht aus einer Höhenflosse (HF), einem Höhenruder (HR), einem Steuerruder (CONTROL TAB = C-TAB) und einem mechanisch-hydraulischen Ansteuerungssystem. Die Ansteuerung der Höhenruder auf der linken und rechten Flugzeugseite erfolgt separat voneinander. Erst an den Steuersäulen sind die beiden Hälften miteinander verbunden. Innerhalb seines Steuerbereichs wird das C-TAB mechanisch durch die Bewegung der Steuersäule positioniert. Aerodynamische Kräfte lenken dann das HR aus. Da die HR keine mechanisch bedingte Zuordnung zu den Steuersäulen haben, können sie sich am Boden, unabhängig von der Position der Steuersäulen, völlig frei, sogar gegensätzlich bis an die Anschläge, bewegen.

Durch den HR-Ausschlag wird ein Flettner-Ruder (GEARED TAB = G-TAB) verstellt, welches die Wirkung des C-TAB unterstützt. Zwei mechanische Ansteuerungen (innen und außen) betätigen das G-TAB. Diese Hebelanlenkungen sind im HR eingebaut, jedoch mit der Struktur der HF verbunden. Dadurch wird eine seitenrichtige Zwangssteuerung des G-TAB zum HR erreicht. Der Vollausschlag des HR wird nach beiden Richtungen mechanisch durch Anschläge begrenzt, die bei entsprechender Überlast elastisch nachgeben. Unter bestimmten Voraussetzungen werden die HR hydraulisch in den Vollausschlag nach unten gedrückt. Wenn die hydraulische Ansteuerung der HR nicht genutzt wird, wirken die Hydraulikzylinder als Dämpfer für die Bewegung der HR.

---

<sup>1</sup> Alle Zeiten entsprechen MEZ

Das Flugzeug war aus unternehmensinternen Gründen nach München umgeleitet worden. Nach der außerplanmäßigen Landung wurde es dort um 14:15 Uhr zur Abfertigung in der Fingerposition 118 (GATE) abgestellt. Für den geplanten Weiterflug wechselte die Besatzung. Da sich keine Beanstandungen auf dem letzten Flug ergeben hatten, waren in der üblichen Abfertigungszeit von 30 Min keine Maßnahmen am Flugzeug vorgesehen.

Wegen orkanartiger Winde musste die Abfertigung zwischen 14:20 Uhr und 16:20 Uhr unterbrochen werden. In diesem Zeitraum war das Flugzeug nach den Wetteraufzeichnungen ca. 1 Stunde böigen Rückenwinden bis zu 70 kt ausgesetzt. Als der verantwortliche Flugzeugführer (PIC) bei der Übernahme des Flugzeugs beobachtete, wie vom Wind die Steuerflächen hart gegen ihre mechanischen Begrenzungen geschlagen wurden, ordnete er eine Überprüfung der gesamten Flugsteuerung an.

Sämtliche Steuer- und Trimmfunktionen, einschließlich der HR-Betätigung durch das Hydrauliksystem, wurden im Cockpit ausgeführt und außen, an den entsprechenden Steuerflächen, überwacht. Bei der Funktionsprüfung am GATE ging das Kontrolllicht (ELV-PWR-ON), mit dem die Verfügbarkeit der Hydraulikfunktion für das HR angezeigt wird, nicht an. Außerdem empfand der PIC die manuelle Ansteuerung der HR als sehr schwergängig. Die Maßnahme war um 17:00 Uhr abgeschlossen.

Als das Flugzeug um 18:10 Uhr das GATE wieder verließ, hatte sich die Windstärke inzwischen auf Werte unter 40 kt reduziert. Kurz vor dem Einrollen in die Startbahn, um 18:15 Uhr, wurde im Rahmen der Rollcheckliste die Verfügbarkeit der HR-Hydraulik nochmals überprüft. Die Steuersäule musste ungewöhnlich lange gedrückt gehalten werden (15 Sekunden) bis das Kontrolllicht im Cockpit aufleuchtete.

Die sofort nach dem Startabbruch durchgeführte Fehlersuche am Flugzeug ergab, dass das linke HR nach unten ausgeschlagen blockiert war. Die innere der beiden Hebelanlenkungen des G-TAB war an dem Übergang zur HRF verknieet. Diese Verknieung hielt das HR fest. Die Verbindung der inneren Betätigung des G-TAB (EYEBOLT) an die Struktur der HF war in Flugrichtung verboten.

Die unübliche Lage der inneren Hebelanlenkung war durch Überschreitung des HR Vollausschlags nach unten entstanden. Dafür musste der federbelastete Anschlag (Drehstab) überdrückt worden sein. Durch eine Einzellast am HR war das dafür erforderliche Kraftniveau bei der Untersuchung nicht aufzubringen. Es bestand die Gefahr das HR zu beschädigen. Für die Rekonstruktion wurde der federbelastete Anschlag ausgebaut und der Flatterdämpfer in seiner Einbaulage gelöst. Nun ließ sich von Hand, durch eine Zugkraft am G-TAB, die innere Ansteuerung des G-TAB wieder in die unübliche Lage bringen. In diesem blockierten Zustand war der normale Vollausschlag des HR um 6°

überschritten. In diesem Zustand ließ sich die Steuersäule nur bis kurz über die Nullstellung ziehen. Der Verriegelungsvorgang ließ sich beliebig oft wiederholen. Zu Verformungen des EYEBOLT kam es bei der Rekonstruktion nicht.

Die Funktion des mechanisch-hydraulischen Steuerungssystems wurde unter normalen und abnormen Bedingungen überprüft. Je größer die Differenz zwischen den beiden HR-Ausschlägen war, je schwergängiger wurde die Betätigung der Höhensteuerung. Wenn die Hydraulik die HR in den Vollausschlag nach unten drückte, wurde ein um 1° größerer HR-Ausschlag erreicht. Die hydraulische Ansteuerung der HR erfolgte nur, wenn beide HR unterhalb der Nullstellung standen. Das Kontrolllicht im Cockpit ging nur an, wenn beide HR den Vollausschlag nach unten erreicht hatten. Wenn ein HR gleich am unteren Vollausschlag gehalten wurde, dauerte es erheblich länger bis auch das nachlaufende HR die untere Endlage erreichte. Es war nicht möglich, das sich langsam nach unten bewegendes HR schneller in die Endlage zu drücken.

Bei den Anhörungen ergänzten PIC und Prüfer ihre Berichte um Details. Der Prüfer hatte im Wartungshandbuch (AMM), unter ungeplante Wartungskontrollen (Kapitel 5), vergeblich nach einer Anweisung für eine Sonderkontrolle nach einem Sturm gesucht. Über den Umfang der am GATE durchzuführenden Maßnahmen hatte er sich mit den Wartungsleiter im LU abgesprochen. Diese Maßnahmen waren nicht im Bordbuch eingetragen. Bei der Rollcheckliste will sich der PIC nicht nur auf die Wiederholung der Verfügbarkeit der HR-Hydraulik beschränkt, sondern auch noch einmal die Freigängigkeit der Flugsteuerung geprüft haben.

## Beurteilung

Infolge der gefederten Ausschlagbegrenzungen wird der Vollausschlag der HR immer dann überschritten, wenn das Kraftniveau am Anschlag ein bestimmtes Maß übersteigt. Um den Vollausschlag um mehr als 6° zu überschreiten, bedurfte es einer außergewöhnlichen Belastung am HR, die nur durch eine erhebliche Rückenwindstärke oder eine Schlagbewegung aufgebracht worden sein kann. Die Hydraulik allein konnte diesen Mehrausschlag nicht bewirken. Es ist denkbar, dass die gleichzeitige Ansteuerung der HR durch die Hydraulik die Wirkung des Rückenwindes verstärken könnte.

Nach den Bauvorschriften für Verkehrsflugzeuge, FAR 25.415, ist mit Schäden in der Flugsteuerung ab einer Windgeschwindigkeit von 27 m/s (52 kt) zu rechnen. Gemäß den Warnhinweisen (CAUTION, WARNING) im Kapitel 10 des AMM ist eine Sicht- und Funktionskontrolle der gesamten Flugsteuerung erst notwendig,

wenn das Flugzeug bei Windgeschwindigkeiten über 65 kt nicht gegen den Wind abgestellt werden konnte oder worden war. Somit ist bei Rückenwinden mit einer Stärke von mehr als 65 kt mit Schäden und, wie das Ereignis zeigt, einer blockierten Höhensteuerung zu rechnen.

Dem PIC, der mit dem Flugzeug in München gelandet war, waren offenbar die möglichen Folgen des Rückenwindes für das Flugzeug und die dadurch entstehende Notwendigkeit einer Sonderkontrolle unbekannt. Er akzeptierte daher bei orkanartigen Winden eine Parkposition, bei der das Flugzeug böigen Rückenwinden bis 70 kt ausgesetzt war.

Der Vergleich der detaillierten Beobachtungen während der Sonderkontrolle und auch während des Rollens zur Startbahn mit den normalen Abläufen und Systemfunktionen, führt zu der Feststellung, dass es bei der Überprüfung der Verfügbarkeit der HR-Hydraulik nicht zum Blockieren des linken HR gekommen sein kann. Die Blockierung des HR beim Prüfen der Hydraulikfunktion ist an Voraussetzungen geknüpft, die in beiden Fällen nicht gegeben waren: Das Licht ELV-PWR-ON im Cockpit würde weder ausbleiben noch verzögert werden, sondern im Gegenteil ohne Verzögerung ankommen. Während das Ausbleiben der Anzeige und die Schwergängigkeit der HR-Betätigung auf eine Differenz in den HR-Ausschlägen und einem HR in einer Position über der Nullstellung hinweist, deutet die verzögerte Anzeige sogar darauf hin, dass sich ein HR, zum Zeitpunkt als die HR hydraulisch angesteuert wurden, schon in der unteren Endlage befand.

Anlässlich des Sturmes sah das mit der Abfertigung des Flugzeugs beschäftigte Personal des LU die Notwendigkeit zu einer Sonderkontrolle. Die Durchführung der Sonderkontrolle war jedoch in mehrerer Hinsicht inkonsequent. Das Flugzeug war während der Sonderkontrolle weiterhin böigen Rückenwinden bis 50 kt ausgesetzt. Es wurde wegen der starken Winde auf eine Sichtkontrolle des Leitwerks verzichtet. Nach Abschluss der Kontrolle verging noch über eine Stunde bis das Flugzeug das GATE für den Start verließ. Die Durchführung der Funktionskontrollen war mangelhaft, weil trotz dieser Maßnahmen der gefährliche Zustand des Flugzeugs bis zum Start unbemerkt blieb.

Da die Steuersäule keine mechanische Zuordnung zu den HR hat, ist eine Aussage über die Freigängigkeit der HR nur möglich, wenn sich im Rahmen der Funktionskontrolle die Bewegung der Steuersäule nicht nur auf den üblichen Bereich beschränkt, sondern bis an die Anschläge führt. Die Steuersäule an den vorderen Anschlag zu führen ist für die Überprüfung der Verfügbarkeit der HR-Hydraulik notwendig. In der Anhörung bestätigte der PIC, dass bislang kein Anlass dafür gesehen wurde, die Steuersäule so weit wie möglich durchzuziehen.

Fehlende Hinweise im Flughandbuch (AFM) auf die Wirkungen und Folgen des Rückenwindes für das

Flugzeug und auf den notwendigen betrieblichen Aufwand haben dazu beigetragen, dass trotz des Sturmes eine Parkposition akzeptiert wurde, in der das Flugzeug sehr starken Rückenwinden ausgesetzt war, ein unnötiger Wartungsaufwand betrieben werden musste und Insassen und Flugzeug einer unnötigen Gefährdung ausgesetzt waren. Durch die Stärke des Rückenwindes wurden ungeplante Wartungsmaßnahmen notwendig. Im Kapitel 5 des AMM, das sich mit ungeplanten Wartungsmaßnahmen befasst, sind keine Anweisungen für eine Kontrolle enthalten, wenn das Flugzeug Rückenwinden über 65 kt ausgesetzt war. Insgesamt haben die fehlenden Vorgaben dazu beigetragen, dass die durchgeführten Maßnahmen unvollständig und qualitativ unzureichend waren.

## Schlussfolgerungen

Die Untersuchung ergab, dass während der Vorbereitungen zum Start, durch erhebliche Rückenwinde oder einer daraus resultierenden Schlagbewegung der HR, Lasten aufgetreten sind, die den gefederten Anschlag am linken HR überdrückten. Infolge einer erheblichen Überschreitung des normalen Vollausschlags am linken HR kam es zum Blockieren der gesamten Höhensteuerung. Die denkbare Möglichkeit, dass sich Rückenwind und die gleichzeitige Ansteuerung der HR durch die Hydraulik in ihrer Wirkung ergänzt haben, ist an Voraussetzungen geknüpft, die im vorliegenden Fall nicht gegeben waren.

Die schwere Störung ist darauf zurückzuführen, dass die blockierte Höhensteuerung, bei einer Sonderkontrolle am GATE und/oder bei den Maßnahmen im Rahmen der Rollcheckliste, nicht bemerkt wurde. Mängel in den Betriebsanweisungen für das Baumuster haben insgesamt dazu beigetragen, dass das Parken des Flugzeugs und die Durchführung aller Kontrollen bis zum Start nicht mit dem notwendigen Problembewusstsein erfolgen konnten. Die Sonderkontrolle musste das Personal des LU weitgehend nach eigenem Ermessen durchführen. Bei der üblichen Durchführung der Kontrollen war es nicht zwingend, den Mangel am Flugzeug zu erkennen.

Schwergängigkeit in der Betätigung der Höhensteuerung und das Ausbleiben des Kontrolllichts im Cockpit, mit dem nur die Verfügbarkeit der Hydraulikfunktion für die HR angezeigt wird, gehören am Boden zur flugbetrieblichen Normalität mit der MD-83. Dieses Erfahrungswissen hebt jedoch bei den Flugzeugführern die Schwelle für Beanstandungen über das normale Maß an. Die Untersuchung hat gezeigt, dass die zeitliche Verzögerung kurz vor dem Start, bis das Kontrolllicht im Cockpit aufleuchtete, ein Indiz für das blockierte HR war. Die Entscheidung für den Flug machte der PIC, mangels entsprechender Hinweise in den Checklisten

und/oder AFM, vom positiven Resultat der Anzeige abhängig.

## Sicherheitsempfehlungen

Die Ergebnisse der Untersuchung hat die BFU zum Anlass für folgende Sicherheitsempfehlungen genommen

- 07/00 Im AFM sollte der Hinweis aufgenommen werden, dass die Höhensteuerung blockieren kann und eine Sonderkontrolle der gesamten Flugsteuerung notwendig wird, wenn das Flugzeug bei Windgeschwindigkeiten über 65 kt nicht gegen den Wind abgestellt wird.
- 08/00 In den Checklisten sollte der Hinweis aufgenommen werden, dass die Überprüfung der Verfügbarkeit der HR-Hydraulik möglichst erst in der Startstellung, jedoch keinesfalls bei Rückenwinden über der zulässigen Komponente für den Start, vorgenommen werden sollte. Damit die Freigängigkeit der Höhenruder gewährleistet ist, sollte in der Startstellung, jedoch nach der Prüfung der HR-Hydraulik, die Steuersäule nochmals so weit wie möglich durchgezogen werden.
- 09/00 Im AMM, Kapitel 5, sollte eine Anweisung für eine Sonderkontrolle aufgenommen werden, wenn das Flugzeug bei Windgeschwindigkeiten über 65 kt nicht gegen den Wind abgestellt wurde bzw. war. Die Möglichkeit des Blockierens der HR sollte sowohl in der Anweisung für die Sonderkontrolle als auch in den in verschiedenen Kapiteln enthaltenen Warnhinweisen erwähnt werden.

Untersuchungsführer	K. Büttner
Bordsysteme	K. Büttner, G. Blau
Untersuchung vor Ort	K. Büttner, G. Blau