

# Untersuchungsbericht

6X005-1/2/99  
April 2000

Durch die britische Air Accident Investigation Branch (AAIB) wurde der BFU der folgende Untersuchungsbericht zugesandt. Dieser Bericht wurde durch die BFU übersetzt. Der Originalbericht kann in der BFU eingesehen werden.

## Sachverhalt

Art des Ereignisses:	Schwere Störung
Datum:	26. Februar 1999
Ort:	in der Nähe von Lambourne (UK) VOR
Luffahrzeug:	Verkehrsflugzeug/Nutzflugzeug
Hersteller / Muster:	Boeing B737-300/Gulfstream Aerospace Gulfstream IV
Personenschaden:	ohne Verletzte
Sachschaden:	beide Luffahrzeuge nicht beschädigt
Drittschaden:	keiner

Im Luftraum A über Großbritannien kam es zu einer Unterschreitung der vorgeschriebenen Staffelung zwischen einer in Deutschland zugelassenen Boeing B737-300 (B737) und einer Gulfstream IV (GIV). Die B737 befand sich auf dem Flug von München nach London Heathrow und die GIV von Istanbul nach Farnborough. Beide Flugzeuge befanden sich unter Kontrolle von verschiedenen Fluglotsen. Der Verlust der Staffelung löste bei der Flugsicherung einen SHORT TERM CONFLICT ALERT (STCA) aus. Beide Flug-

zeuge erhielten über das TRAFFIC ALERT AND COLLISION AVOIDANCE SYSTEM (TCAS) Verkehrshinweise (TA) und Ausweichempfehlungen (RA). Die Staffelung wurde wiederhergestellt indem die B737 der TCAS Ausweichempfehlung folgte und die GIV eine Kurskorrektur ausführte.

## Flugverlauf

Der Pilot der GIV nahm um 0824 Uhr zum ersten Mal Verbindung mit dem Fluglotsen vom Lambourne Sector (LAM SC) auf und meldete "FLUGFLÄCHE 150, KURS 270". Die Meldung wurde bestätigt und die Anweisung erteilt, einen Kurs von 275° zu fliegen, die der Kopilot, welcher der steuernde Pilot war, dann befolgte. Der nächste Kontakt von LAM SC mit der GIV erfolgte um 0828 Uhr mit der Freigabe zum Sinkflug auf Flugfläche 120. Die GIV leitete den Sinkflug mit 2000 ft/min ein und hielt eine Fluggeschwindigkeit von 300 kt aufrecht.

Die B737, bei der ebenfalls der Kopilot steuernder Pilot war, nahm um 0822 Uhr mit Heathrow Intermediate North Director (LL INT N) Verbindung auf und meldete, dass sie die Lambourne Wartezone anfliegen. Um 0823 Uhr erteilte LL INT N der B737 die Anweisung, auf Flugfläche 120 zu sinken und dort zu warten. Auf diese Anweisung erfolgte keine Antwort, bei ihrer Wiederholung sagte der Pilot jedoch "Würde gern so lange wie möglich auf Flugfläche 120 bleiben, um oberhalb der Wolken zu sein". Die Bitte wurde akzeptiert und die B737 blieb in der Wartezone auf Flugfläche 120.

Um 0830 Uhr drehte die B737 in Abflugrichtung mit einem östlichen Kurs, als der Pilot meldete, er habe TCAS Verkehr im Sinkflug bei ein Uhr. Der LL INT N Lotse reagierte sofort mit der Anweisung, ein Ausweichmanöver und einen Sinkflug auf Flugfläche 110 durchzuführen. Der Pilot der B737 meldete daraufhin, er würde ein TCAS Manöver durchführen und auf

Flugfläche 125 steigen. Um 0831 erhielt die B737 eine erneute Freigabe von LL INT N, auf Flugfläche 120 zu sinken, nachdem die Meldung eingegangen war, dass es dort keinen Flugverkehr mehr gebe.

Ebenfalls um 0830 Uhr sendete LAM SC und der Pilot der GIV fast gleichzeitig, dem letzten Teil der Meldung der GIV konnte man aber entnehmen, dass es eine „VERKEHRS-WARNUNG“ voraus gäbe. LAM SC erteilte dem Luftfahrzeug die Anweisung, eine „SOFORTIGE LINKSKURVE“ auf 180° durchzuführen. Er wiederholte diese Anweisung und fügte hinzu zum „AUSWEICHEN“. Der Pilot der GIV antwortete, sie befänden sich bereits in einer Linkskurve und im Steigflug. Eine halbe Minute später meldete die GIV, es gäbe keinen Verkehr mehr und sie würden Flugfläche 116 halten. Die GIV erhielt daraufhin die Freigabe für eine Rechtskurve auf dem Kurs von 240° und das Steigen zurück auf Flugfläche 120.

#### Untersuchung

##### Flugverkehrskontrolle

Der Fluglotse am Arbeitsplatz LAM SC hatte für seine Tätigkeit seit 18 Jahren eine Radarberechtigung. Er hatte um 0700 Uhr seinen Dienst begonnen und um 0730 Uhr eine 20 minütige Pause gemacht. Der Fluglotse am Arbeitsplatz LL INT N hatte ebenfalls um 0700 Uhr seinen Dienst begonnen. Er hatte seit 3 Jahren eine Radarberechtigung für seine Tätigkeit. Auch er hatte eine Pause gemacht und seine Arbeit um 0800 Uhr wieder aufgenommen.

Die Standardstrecke für von Osten Farnborough anfliegenden Verkehr ist von dem Meldepunkt LOGAM über LAM VOR nach CPT VOR. LAM VOR ist einer von mehreren Warteräumen für den Flugverkehr in der London Terminal Control Area (LTMA). LAM VOR wird von einer Anzahl von Luftstraßen gekreuzt. In diesem komplexen Luftraum erhalten durchfliegende Luftfahrzeuge oft Radarkurse und werden entsprechend dem Verkehrsaufkommen geleitet. Die Staffelung in diesem Bereich wird normalerweise vertikal und nicht horizontal durchgeführt.

Die Absicht war, die GIV durch die LAM Wartezone durchzuleiten und sicherzustellen, dass es eine freie Flugfläche für das Luftfahrzeug gab. Der Fluglotse von LAM SC hatte an seinem Arbeitsplatz einen Monitor, auf dem die Kontrollstreifen von LL INT N abgebildet waren. Dadurch hatte er die Möglichkeit, die nach Heathrow freigegebenen Flugbewegungen zu überwachen. Der Kontrollstreifen für den betreffenden Fall zeigte ihm, dass die B737 die Freigabe für Flugfläche 110 erhalten hatte, aber dass Flugfläche 120 noch nicht frei war. Er beschloss, Flugfläche 120 für die GIV zu nehmen und notierte sich, keine Freigabe zu erteilen, bevor diese Flugfläche freigemacht worden ist. Nachdem er dies organisiert hatte, war er imstande, die Flugflächen für die nächsten in den Warteraum

LAM einfliegenden Luftfahrzeuge zu planen. Mit dieser Aufgabe war er zur Zeit der Störung beschäftigt.

#### Wetter

Von der Wetterwarte in Bracknell wurde nachträglich eine Wettermeldung eingeholt, die ein schwaches sich langsam fortbewegendes Frontensystem und eine geschlossene Wolkendecke mit einer Wolkenuntergrenze bei ca. 10.000 ft und einer Wolkenobergrenze bei ca. 12.000 ft zeigte. Der Pilot der GIV meldete, er sei auf seinem Sinkflug von 15.000 ft auf 12.000 ft irgendwann in eine geschlossene Wolkendecke geflogen und wäre während der Störung in den Wolken geblieben. Der Pilot der B737 befand sich anfangs bei 12.000 ft außerhalb der Wolken, flog aber am westlichen Ende der Warteschleife in die Wolken ein und befand sich zum Zeitpunkt der Störung unter Instrumentenwetterbedingungen. Das örtliche QNH betrug 1013 mb.

#### Flugschreiber- und Radardaten

Das London Area and Terminal Control Centre (LATCC) lieferte dem AAIB Aufzeichnungen von Radardaten, die beiden Fluglotsen zur Verfügung standen. LATCC lieferte ferner für jedes Flugzeug im Abstand von einer Sekunde aufgezeichnete Positionsangaben, die unter Verwendung von spezieller Software rekonstruiert wurden, bei der alle aufgezeichneten Radardaten korreliert und beachtet worden waren.

Die Tonaufzeichnungsgeräte (Cockpit Voice Recorder, CVR) wurden nicht nochmals abgespielt, da bei beiden Geräten die Aufzeichnungsdauer nicht ausreichte, Daten über die Störung aufzuzeichnen. Die Daten des Flugschreibers (FDR) der B737 waren überschrieben worden, da das Flugzeug mehr als 25 Stunden seit der Störung geflogen war. Das Aufzeichnungsgerät (FDR) der GIV, ein modernes kompaktes Modell, enthielt Daten über den gesamten Verlauf der Störung. Aus den Daten war ersichtlich, dass die GIV die Anweisung, eine Linkskurve durchzuführen, mit einer anfänglichen Drehgeschwindigkeit von 10°/sek. befolgte. Während dieses Manövers erreichte das Flugzeug eine Querlage von 63° und 1.78G, wobei die Spitzenwerte darüber gelegen haben können. Die aufgezeichneten Parameter enthielten auch Daten über die Lage des Flugzeuges, die dazu dienten, die Radarpositionen mit größerer Genauigkeit anzugeben. Es wurden einige TCAS Daten aufgezeichnet, die jedoch nicht ausreichten, um die TCAS Anzeigen der Besatzung zu rekonstruieren.

Die aufgezeichneten Flugschreiberdaten, die Aufzeichnungen der Flugverkehrskontrolle sowie die Radaraufzeichnungen wurden zeitlich aufeinander abgestimmt und miteinander kombiniert, um mit Trickbildern zeitlich den Kurs beider Flugzeuge sowie den Sprechverkehr mit der Flugverkehrskontrolle darzustellen. Diese Darstellung wurde für das Verständnis und die Auswertung

der Störung zu Hilfe genommen. Die Auswertung und Projektionen deuteten daraufhin, dass die B737 direkt hinter der GIV vorbeigeflogen wäre, wenn keine Maßnahmen ergriffen worden wären. Tatsächlich flog die GIV durch die 12 Uhr-Position der B737 hindurch mit einem Abstand von 1.3 nm und 400 Fuß vertikaler Staffelung.

### Warnsysteme

Für im britischen Luftraum betriebene Luftfahrzeuge bestand zum Zeitpunkt der Störung keine Forderung, diese mit einem Airborne Collision Avoidance System (ACAS) auszurüsten, aber ab 1. Januar 2000 werden diese Systeme zwingend vorgeschrieben. Beide Luftfahrzeuge waren jedoch mit TCAS ausgerüstet, welches Daten über die Primary Flight- und Navigationsdisplays lieferte. Die Piloten sind aufgefordert, sofort auf TCAS RAs zu reagieren und die Flugverkehrskontrolle so schnell wie möglich von jeder Abweichung von einer Freigabe zu unterrichten. Die B737 hatte anfangs ein bernsteinfarbenes (gelbes) Traffic Advisory (TA), das ein Luftfahrzeug in der 1 Uhr-Position 400 Fuß darüber zeigte. Darauf folgte schnell eine rote Resolution Advisory (RA) „CLIMB CLIMB CLIMB“ und die Aufforderung, eine Steigrate von 1.500 ft/min einzuhalten. Sobald das Manöver eingeleitet worden war, änderte sich die RA in „MONITOR VERTICAL SPEED“ gefolgt von „CLEAR OF CONFLICT.“ Die GIV erhielt eine TA, die Verkehr bei 1 Uhr und 400 ft unterhalb zeigte. Darauf folgte schnell eine RA. Die Piloten der GIV waren nicht in der Lage, der in der RA gegebenen TCAS Anweisung Folge zu leisten, da sie schon die Anweisungen für das Ausweichmanöver von dem Fluglotsen befolgten. Die Flugverkehrskontrolle empfing den STCA etwa zur gleichen Zeit wie die Flugzeuge die RAs. Die Zeitspanne von den ersten Warnungen bis zu dem geschätzten Punkt der Mindest-Horizontalstaffelung betrug ca. 25 Sekunden.

Das im Londoner Bereich verwendete STCA System warnt bei einem potentiellen Konflikt die Fluglotsen automatisch über den Radarbildschirm. Es gibt zwei mögliche Alarmebenen; in dem betreffenden Fall wurde die Anzeige auf dem Bildschirm sofort rot und wies damit auf eine sehr ernste Störung hin. Die derzeitigen STCA Grenzwerte sind festgelegt worden, um eine bestmögliche Warnung zu erzielen und die Anzahl der falschen Alarmmeldungen so gering wie möglich zu halten. Eine übermäßige Anzahl unnötiger Warnungen würde die betriebliche Effektivität des Systems herabsetzen. Es wird gegenwärtig daran gearbeitet, das STCA System zu verbessern und den Alarmzeitraum zu verlängern.

Wenn ein Pilot widersprüchliche Anweisungen von der Flugverkehrskontrolle und von TCAS erhält, soll er die TCAS Anweisungen befolgen und ATC so schnell wie möglich informieren. Der Fluglotse übernimmt die Verantwortung für die Staffelung, sobald der Pilot meldet,

dass er die zugewiesene Freigabe befolgt oder eine andere Freigabe akzeptiert.

### Beurteilung

Die beiden Fluglotsen des ATC Bereiches beschrieben ihre jeweilige Arbeitsbelastung als mittelmäßig. Es bestanden keine ungewöhnlichen betrieblichen Anforderungen. Die einzige Abweichung von einem normalen Routinebetrieb war die Anfrage des Piloten der B737, ob er auf Flugfläche 120 im Warteraum bleiben könne, anstatt die Freigabe für den Sinkflug auf Flugfläche 110 zu akzeptieren. Wenn diese Anfrage auch zu einer Zeit, in der reger Flugbetrieb herrschte, ungewöhnlich war, hätte sie doch die normalen Flugverkehrskontroll-Verfahren nicht unterbrechen dürfen, und es hatte auch nicht den Anschein, dass dies der Fall gewesen war.

Die Tatsache, dass die B737 in der Warterunde auf einen östlichen Kurs war und die GIV sich auf einem westlichen Kurs befand, bedeutete, dass die Annäherungsgeschwindigkeit zuletzt hoch war und deshalb von den STCA und TCAS Systemen spät festgestellt wurde. Dies ist ein Beispiel für einen Fall, bei dem die Art der Störung sowohl für die Besatzungen als auch für die Fluglotsen zu unerwünscht kurzen Warnzeiten führte; die von beiden Luftfahrzeugen sofort durchgeführten Ausweichmanöver verhinderten jedoch eine weitere Annäherung.

Der LL INT N Lotse wusste nichts über den Verkehrskonflikt, bis das STCA aktiviert wurde. Seine Reaktion war sowohl schnell als auch logisch, da er versuchte, die vertikale Staffelung zwischen den Flugzeugen zu vergrößern. Dies führte jedoch dazu, dass die Anweisungen von TCAS und die Anweisungen des Fluglotsen einander widersprachen. Der Pilot der B737 reagierte korrekt, indem er die TCAS Anweisung befolgte, er meldete dies der Flugverkehrskontrolle. Der Fluglotse reagierte ebenfalls korrekt, indem er der B737 die Verkehrsinformationen übermittelte.

Der Fluglotse von LAM SC befolgte die üblichen Verfahrensweisen, indem er der GIV einen Radarkurs wies, der das Luftfahrzeug direkt südlich von LAM VOR bringen würde. Er machte sich eine Notiz bezüglich einer möglichen Verkehrsstörung auf Flugfläche 120, wandte dann aber seine Aufmerksamkeit einer anderen Aufgabe zu. Als er daraufhin der GIV die Freigabe für einen Sinkflug erteilte, übersah er die mögliche Verkehrsstörung. Als er durch das STCA gewarnt wurde, erteilte er der GIV sofort die Anweisung, ein Ausweichmanöver durchzuführen und nach links abzdrehen, um so die seitliche Staffelung der Luftfahrzeuge zu vergrößern. Der Kopilot der GIV, der, nachdem er die TCAS RA empfangen hatte, war schon wegen des anderen Flugzeuges besorgt, reagierte sofort auf die Anweisung, nach links abzdrehen. Beim Durchführen der Kurve berichtete der Kommandant der GIV anfangs, dass das Flugzeug sich im Steigflug befände.

Es ist wahrscheinlich, dass er als nicht steuernder Pilot anfänglich verunsichert war, aufgrund des großen Querneigungswinkels und der hohen G-Kräfte, denen das Luftfahrzeug unter Instrumentenwetterbedingungen ausgesetzt war.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass es einen Unterschied gibt, ob jemand als Fluglotse oder als Pilot eingesetzt ist. Ein Verkehrspilot arbeitet im Rahmen eines „multi-crew“ Konzeptes (Zusammenarbeit in der Besatzung - Crew Resource Management/Crew Coordination Concept), wo seine Tätigkeiten fortlaufend durch eine andere Person kontrolliert werden. Beim derzeitigen System zur Regelung des Luftverkehrs (air traffic management system) können im Hinblick auf die Tätigkeiten eines Fluglotsen weniger Gegenkontrollen durch eine zweite Person durchgeführt werden und im Falle eines Fehlers beruht die Sicherheit des Systems nur auf den STCA- oder TCAS-Alarmmeldungen.

Das STCA System gab an jeden der Fluglotsen eine Alarmmeldung. Eine der Einschränkungen des Systems ist aber, dass zur Wiederherstellung der Staffe- lung Anweisungen der Flugverkehrskontrolle zu Ausweichmanövern erfolgen müssen. Das hat eine Verzögerung zur Folge und bei überlagerten Sendungen kann die Zeit für die Durchführung eines Ausweichmanövers zu kurz sein. Ein Pilot ist in der Lage bei einer TCAS RA, direkt auf das, was er auf dem Bildschirm sieht, zu reagieren. Daher ist dies, sobald eine Störung aufgetreten ist, die erste Vermeidungsmaßnahme. In dem Fall trugen beide Systeme dazu bei, einen schwereren Zwischenfall zu verhindern.

Die Untersuchung prüfte ob es sinnvoll wäre den die LTMA kreuzenden Verkehr durch einen Warteraum zu leiten. Bei dem gegenwärtigen System wird der Verkehr durch solche Gebiete entsprechend dem Verkehrsaufkommen geleitet. Die Erfahrung hat gezeigt, dass dies die effektivste Art ist, den Flugverkehr zu bewältigen, wobei die Flugverkehrskontrolle ein Höchstmaß an Flexibilität aufzuweisen hat um somit den Luftraum optimal zu nutzen. Wenn dieser Flugverkehr nicht durch Warteräume geleitet werden soll, ist es wahrscheinlich, dass die Flexibilität bei der aktuellen Planung des Luftverkehrs (air traffic management) verloren geht. Ferner könnte jedes andere Verfahren bei Ausschluss des kreuzenden Verkehrs in diesem Luftraum genauso viele, wenn nicht sogar mehr potentielle Verkehrskonflikte enthalten.

Untersuchungsführer      Peters