

Untersuchungsbericht

5X003-0/01
Februar 2002

Sachverhalt

Art des Ereignisses:	Schwere Störung
Datum:	24. Februar 2001
Ort:	Flughafen Frankfurt
Luftfahrzeug:	Frachtflugzeug
Hersteller / Muster:	Boeing Company / Boeing 737-300 QC
Personenschaden:	ohne Verletzte
Sachschaden:	Flugzeug nicht beschädigt
Drittsschaden:	keiner

Flugverlauf

Die Besatzung führte einen Frachtflug von Frankfurt/Main (EDDF) nach Bergamo (LIME) durch. Beim Start stellte der zweite Flugzeugführer (FO) fest, dass das Flugzeug bei V_R (Abhebegeschwindigkeit) von 133 kt nicht zu rotieren war. Das Höhenruder wurde fast bis zum Anschlag gezogen. Die Erwägung des verantwortlichen Flugzeugführers den Start abzubrechen, wurde wieder verworfen, da nach dem Erkennen der Situation die Geschwindigkeit mittlerweile 15 kt über der V_1 (Entscheidungsgeschwindigkeit) von 132 kt lag. Bei 20 kt über V_R konnte das Flugzeug äußerst träge rotiert werden. Beim anschließenden Steigflug stellte die Besatzung in der Stellung der Höhenflosse (Stabilizer Trim) eine ungewöhnliche Trimmlage (ca. 7) fest. Der Flug wurde zum Zielflughafen fortgesetzt. Beim Platzrundenanflug (Circling Approach) in Bergamo verhielt sich das Flugzeug erneut sehr träge und bei der Landung war kaum Rotation möglich. Die Hö-

henflosse stand fast am Anschlag (10,5). Das Flugzeug sackte bei der Landung regelrecht durch.

Untersuchung

Die Untersuchung der Störung wurde gemeinsam mit der Flugbetriebsinspektion des betroffenen Luftfahrtunternehmens durchgeführt.

Nach der Landung in Bergamo erfolgte eine Überprüfung der Beladung des Flugzeuges. Dabei wurde festgestellt, dass statt der geplanten drei leeren Container drei beladene Container in Frankfurt/Main geladen wurden. Das Flugzeug war um 6116 kg schwerer als im Load & Trim Sheet ausgewiesen und der Schwerpunkt (Centre of Gravity) lag während des gesamten Fluges außerhalb des zulässigen Bereiches (Operational Limit).

Das Load & Trim Sheet sah für die einzelnen Sektoren im Flugzeug (es handelte sich hier um eine Quick-Change-Variante) folgende Beladung vor: Sektor A, B und C jeweils 243 kg, Sektor D 440 kg, Sektor E und F jeweils 475 kg, Sektor G 800 kg und der Sektor H 1024 kg. Insgesamt war eine Fracht (Total Traffic Load) von 3943 kg vorgesehen. Die Container für die Sektoren A bis C waren als Leercontainer für die Station Bergamo geplant. Der Schwerpunkt lag bei dieser Beladung bei ca. 16,5 % MAC (Mean Aerodynamic Chord) und damit im zulässigen Bereich. Die Startmasse (TOW) betrug 44,9 Tonnen.

Den Bereich, innerhalb dessen der Massenschwerpunkt zu liegen hat, gibt der Hersteller mit einer maximalen vorderen und einer maximalen hinteren Begrenzung an.

Aus den TOW-Charts (B737-3, LH 21 OCT 98) entnahm die Besatzung für die Startbahn 18 bei einem Rückenwind von 10 kt und Flaps 1-Stellung

sowie einer Startmasse von 44,9 Tonnen die Werte für V_1 132 kt, V_R 133 kt und V_2 138 kt. Die Startbahnreserve (Stop Margin) betrug 1310 m. Die Trimmung der Höhenflosse für den Start (Stab Trim) war auf 4,9 (mittlerer Bereich der Trimmungsskala) gestellt. Der Start erfolgte mit reduziertem Startschub.

Für die Landung mit einer Flaps-Stellung von 30° war eine V_{REF} (Landing Reference speed) 125 kt aus den Charts entnommen worden.

Am Startflughafen wurden statt der drei geplanten leeren Container drei volle geladen. Der Container im Sektor A enthielt 2250 kg. Der Container im Sektor B 1855 kg und der im Sektor C 2740 kg. Im Sektor C betrug die maximale Zuladung 2585 kg. Damit war Sektor C um 155 kg überladen.

Die Gesamtfracht betrug somit 10 059 kg. Also, 6116 kg mehr als laut Plan vorgesehen war. Die Startmasse lag damit zum Zeitpunkt des Startes bei ca. 51 Tonnen.

Die falsche Beladung des Flugzeuges blieb unentdeckt, weil der für die Beladung Verantwortliche (Ramp Agent) die angelieferten Container für Sektor A bis C nicht kontrolliert hatte. Die Arbeitsanweisung für den Ramp Agent ist diesbezüglich schlüssig und unmissverständlich (Ground Handling Procedures: "Comparison of actual loading with the loadsheet").

Ein mit der tatsächlichen Beladung erstelltes Load & Trim Sheet erbrachte eine Schwerpunktlage, die weit außerhalb des zulässigen vorderen Bereiches lag (s. Anlage).

Die von der Besatzung aus den TOW-Charts entnommenen Werte waren aufgrund der falschen Beladung für die tatsächliche Start- und Landemasse unzutreffend.

Die richtigen Werte in Bezug auf die Geschwindigkeit wären V_1 138 kt, V_R 141 kt und V_2 146 kt gewesen für die Startmasse von ca. 51 Tonnen.

Die V_{REF} für die Landung wäre ca. 140 kt gewesen.

Das Betriebshandbuch - Abnormale Verfahren - enthält für die Besatzung keinen Hinweis über einen Flug mit einem Schwerpunkt, der außerhalb des zulässigen Bereiches liegt.

Der Flugdatenschreiber (DFDR) wurde ausgebaut und in der BFU in Braunschweig ausgewertet.

Die Auswertung ergab für den Start folgende Details:

Bei ca. 130 kt versuchte die Besatzung das Flugzeug zu rotieren. Dabei wurde die Steuersäule kurzzeitig bis auf 12° gezogen. Es dauerte ca. 9 s bis das Abheben bei ca. 155 kt erfolgte. Der Fluglagewinkel (Pitch) betrug beim Abheben ca. 9° und der Winkel der Steuersäule ebenfalls 9° . Der zurückgelegte Weg vom Anrollen bis zum Abheben betrug ca. 1750 m. Auffällig war im weiteren Steigflug, dass sich die Trimmelage der Hö-

henflosse mit ca. 7 bis 8 außerhalb der normalen Stellung (normal 3,5 bis 5,5) befand.

Der DFDR zeichnete für den Landeanflug und die Landung folgende Parameter auf:

Es traten große Schwankungen des Pitch, der Geschwindigkeit und der Leistung im Landeanflug auf. Die Steuersäule stand bei der Landung auf 14° , die Höhenflosse auf 10, die Aufsetzgeschwindigkeit war 125 kt und der Pitch zeigte kurz vor dem Aufsetzen 5° . Die vertikale Beschleunigung (g-load) betrug beim Aufsetzen 1,76.

Die im Landeanflug gehaltene Geschwindigkeit lag ca. 3% über der "Stick-shaker"-Geschwindigkeit.

Die Besatzung konnte nur mit großen Schwierigkeiten den 3° -Gleitpfad einhalten.

Im Rahmen der Untersuchung wurde ein spezielles Programm mit den Werten des Störungsfluges für einen B 737-300-Simulator an der Verkehrsfliegerschule in Bremen in Auftrag gegeben. Die mit diesem Programm durchgeführten Starts und Landungen bestätigten auf eindrucksvolle Weise die Feststellungen und Beobachtungen der Besatzung beim Störungsflug.

Der Flug mit einer Schwerpunktlage außerhalb des zulässigen Bereiches wird auf dem Simulator in dem betroffenen Luftfahrtunternehmen nicht trainiert.

Beurteilung

Bei der Beladung des Flugzeuges in Frankfurt/Main wurden statt der geplanten drei leeren Container drei beladene Container geladen. Das Flugzeug war um 6116 kg schwerer als im Load & Trim Sheet ausgewiesen.

Die falsche Beladung des Flugzeuges blieb unentdeckt, weil der Ramp Agent die angelieferten Container für Sektor A bis C nicht kontrollierte hatte.

Die von der Besatzung verwendeten Werte für Start und Landung waren für die tatsächliche Start- und Landemasse zu gering.

Das Flugzeug wurde weit außerhalb der vorderen zulässigen Schwerpunktlage betrieben.

Das Verhalten des Flugzeuges erklärt sich aus der Tatsache, dass in der Start- und Landephase mit zu geringer Geschwindigkeit geflogen wurde.

Das Flugzeug wurde im Anflug zur Landung in der Nähe der Überziehgeschwindigkeit geflogen. Es wurde ca. 15 kt zu langsam geflogen.

Der Schwerpunkt sowie die Trimmung entsprachen nicht den geplanten Werten. Beides zusammen hat die Längssteuerbarkeit um die Querachse des Flugzeuges stark beeinflusst.

Im Reiseflug reichte die geflogene Geschwindigkeit aus, das kopflastig beladene Flugzeug ohne Probleme zu fliegen.

Im Betriebshandbuch für das Flugzeugmuster Boeing 737 ist kein Verfahren dargestellt, das der Besatzung Hinweise gibt, zu erkennen, dass es sich um einen Flug handelt, bei dem der Schwerpunkt außerhalb des zulässigen Bereiches liegt. Die Besatzungen werden dafür auch nicht ausgebildet.

Schlussfolgerungen

Die Störung geschah, weil das Flugzeug außerhalb des zulässigen Schwerpunktbereiches betrieben wurde.

Sicherheitsempfehlungen

Das Ergebnis der Untersuchungen nahm die BFU zum Anlass für folgende Sicherheitsempfehlung:

Empfehlung Nr. 01/2002

Im Betriebshandbuch (Operations Manual) für das Flugzeugmuster Boeing 737 des Luftfahrtunternehmens sollte ein Verfahren dargestellt werden, das der Besatzung Hinweise gibt, zu erkennen, dass es sich um einen Flug handelt, bei dem der Schwerpunkt außerhalb des zulässigen Bereiches liegt.

Empfehlung Nr. 02/2002

Der Flug mit einem Schwerpunkt außerhalb des zulässigen Bereiches sollte als mögliches Szenario auf dem Simulator trainiert werden.

Untersuchungsführer Krupper

Anlage

Load & Trim Sheet des Störungsfluges

Book, Address, Originator, Recharge, Date/Time, Initials, Flight, Date, Registration, Version, Crew, Date

Lufthansa Load & Trim Sheet 30729 Boeing 737-300QC (73Q)

ALL WEIGHTS IN KILOGRAM

MAXIMUM WEIGHTS FOR ZERO FUEL: 49700

TAKE-OFF, LANDING, Trip Fuel

LAST MINUTE CHANGES

Dest. Specification On/Off plus minus

DRY OPERATING WEIGHT, Take-off Fuel, OPERATING WEIGHT, Allowed Weight for Take-off, Allowed Traffic Load, Total Traffic Load, UNDERLOAD before LMC

Load LMC (Total), TDF Adjustment, TOTAL LMC +/-

FOR MAX. STRUCTURAL LOAD LIMITATIONS SEE REVERSE.

Group/Cockpit Crew: / =

DRY OPERATING INDEX: / =

Dest.	Dest.	Dest.	Dest.	TOTAL	DRY OPERATING INDEX
.A/	.A/	.A/	.A/	2250	A max. 2065
.B/	.B/	.B/	.B/	1855	B max. 2045
.C/	.C/	.C/	.C/	2740	C max. 2030
.D/	.D/	.D/	.D/	440	D max. 2000
.E/	.E/	.E/	.E/	475	E max. 2000
.F/	.F/	.F/	.F/	475	F max. 2000
.G/	.G/	.G/	.G/	800	G max. 2000
.H/	.H/	.H/	.H/	1024	H max. 2000
.1/	.1/	.1/	.1/		1 max. 2400
.4/	.4/	.4/	.4/		4 max. 3400
TW	TW	TW	TW		

SI → TOTAL TRAFFIC LOAD = 10059

Dry Operating Weight +

ZERO FUEL WEIGHT Max. 49700 =

Take-off Fuel +

TAKE-OFF WEIGHT Max. =

Trip Fuel -

LANDING WEIGHT Max. =

Prepared by:

Approved by:

Notes:

MAC @ TOW

FOR CREW ONLY: STAB TRIM UNITS FOR T.O. FLAPS 1° AND 5° ONLY!

MAC NOT INCLUDED