

Untersuchungsbericht

EX006-1-2/04
Februar 2009

Identifikation

Art des Ereignisses: Schwere Störung
Datum: 03. Mai 2004
Ort: Flughafen München
Luftfahrzeuge: 1. Verkehrsflugzeug
2. Verkehrsflugzeug
Hersteller / Muster: 1. Boeing / B737-306
2. Aerospatiale / ATR 42-500
Personenschaden: keiner
Sachschaden: Luftfahrzeuge nicht beschädigt
Drittschaden: keiner
Informationsquelle: Untersuchung durch BFU

Untersuchungsbericht

EX006-1-2/04
Februar 2009

Identifikation

Art des Ereignisses: Schwere Störung
Datum: 03. Mai 2004
Ort: Flughafen München
Luftfahrzeuge: 1. Verkehrsflugzeug
2. Verkehrsflugzeug
Hersteller / Muster: 1. Boeing / B737-306
2. Aerospatiale / ATR 42-500
Personenschaden: keiner
Sachschaden: Luftfahrzeuge nicht beschädigt
Drittschaden: keiner
Informationsquelle: Untersuchung durch BFU

Die Untersuchung wurde in Übereinstimmung mit dem Gesetz über die Untersuchung von Unfällen und Störungen beim Betrieb ziviler Luftfahrzeuge (Flugunfall-Untersuchungsgesetz - 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.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen	3
Bildnachweise	4
Kurzdarstellung	5
1. Sachverhalt	6
1.1 Ereignisse und Flugverlauf	6
1.1.1 Ereignis aus der Sicht der Platzverkehrslotse	9
1.1.2 Ereignis aus der Sicht der Besatzung der AT 45	9
1.1.3 Ereignis aus der Sicht der Besatzung der B 733.....	9
1.2 Personenschaden.....	9
1.3 Schaden am Luftfahrzeug	9
1.4 Drittschaden.....	10
1.5 Angaben zu Personen	10
1.5.1 Flugbesatzungen	10
1.5.1.1 ATR42-500 (AT 45)	10
1.5.1.2 B737-306 (B 733)	10
1.6 Angaben zu den Luftfahrzeugen	11
1.6.1 B737-300 (B 733)	11
1.6.2 ATR 42-500 (AT 45)	11
1.7 Meteorologische Informationen	12
1.8 Navigationshilfen und Radarsysteme	12
1.9 Funkverkehr	13
1.10 Angaben zum Flugplatz.....	15
1.11 Flugdatenaufzeichnung	16
1.12 Feststellungen an den Luftfahrzeugen	16
1.13 Medizinische und pathologische Angaben	17
1.14 Brand	17
1.15 Überlebensaspekte.....	17
1.16 Versuche und Forschungsergebnisse	17
1.17 Organisationen und deren Verfahren	18
1.17.1 Die Verfahren der ICAO	18
1.17.2 Verfahren der ICAO im „Manual of Radiotelephony“ Doc 9432-AN/925, 2nd Edition 1990.....	18
1.17.3 DFS und deren Verfahren gemäß BA-FVK	19
1.17.4 Flugsicherung und deren Sprechfunkverfahren	19
1.17.5 Aufgaben Platzverkehrslotse (auszugsweise wiedergegeben).....	19
1.17.6 Nutzung von Rollfeldradar	20
1.17.7 Betriebliche Freigabe ASMR bei der Platzkontrollstelle München	21
1.17.8 Verfahren der Platzkontrollstelle München gemäß BAO (OPS) Tower.....	21
1.18 Zusätzliche Informationen	21

2.	Beurteilung	22
2.1	Allgemeines	22
2.2	Operationelle Bewertung der Freigaben.....	22
2.2.1	Human Performance.....	24
2.3	Spezifische Bedingungen zum Ereigniszeitpunkt.....	25
2.4	Sicherheitsmechanismen	26
2.4.1	Rollfeldüberwachungsradar (ASMR)	26
2.4.2	Regularien und Verfahrensanweisungen	27
2.5	Organisation	28
3.	Schlussfolgerungen	29
3.1	Befunde	29
3.2	Ursachen	30
4.	Sicherheitsempfehlungen	30
5.	Anlagen	32

Abkürzungen

ASMR	Airport Surface Movement Radar	Rollfeldüberwachungsradar
ARM	Area Penetration Monitoring	Alarm bei Berührung eines definierten Gebietes
ASR	Airport Surveillance Radar	Flughafen – Rundstrahlradar
ATIS	Automatic Terminal Information Service	Automatische Ausstrahlung von Lande- und Startinformationen
BAO	Operational Order	Betriebsanordnung
BA-FVK	Manual of Operations Air Traffic Control Services	Betriebsanweisung Flugverkehrskontrolle
DFS	DFS Deutsche Flugsicherung GmbH	
ICAO	International Civil Aviation Organisation	Internationale Zivilluftfahrt-Organisation
RIM	Runway Incursion Monitoring	Alarm beim Eindringen eines Luft-/Kraftfahrzeuges in ein definiertes Gebiet um eine Betriebspiste
TCM	Taxiway Collision Monitoring	Überwachung der Zurollbahnen zur Vermeidung von Kollisionen

Bildnachweise

Bild Nr.	Bildtext	Quelle
1	Flughafen München im Bereich der Piste 08R	AIP
2	Radaraufzeichnung 21:39:00 Uhr	DFS
3	Radaraufzeichnung 21:39:12 Uhr	DFS
4	Radaraufzeichnung 21:39:18 Uhr	DFS
5	Radaraufzeichnung 21:39:24 Uhr	DFS
6	Radaraufzeichnung 21:39:26 Uhr	DFS
7	Radaraufzeichnung 21:39:27 Uhr	DFS
8	Radaraufzeichnung 21:39:09 Uhr	DFS
9	Lageplan Rollweg B4	AIP
10	CAT-I-Rollhalteort Rollbahn B4 Piste 08R	Flughafen München
11	Beschilderung Rollbahn B4, Piste 08R	Flughafen München
12	Spuren rechten Hauptfahrwerks	Flughafen München
13	Einmündung der Rollbahn B4 auf die Piste 08R	AIP
14	Radaraufzeichnung 21:39:09 Uhr	DFS

Kurzdarstellung

Die Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung (BFU) wurde am Morgen des 4. Mai 2004 durch die Deutsche Flugsicherung GmbH (DFS) über eine Annäherung von zwei Flugzeugen auf der Piste 08R des Verkehrsflughafens München informiert. Das Ereignis wurde nach dem Gesetz über die Untersuchung von Flugunfällen und schweren Störungen bei dem Betrieb ziviler Flugzeuge (FIUUG) als schwere Störung klassifiziert und untersucht.

Der Vorfall hatte sich am 3. Mai 2004 um 21:39:26 Uhr¹ ereignet. Dabei war es zu einer Annäherung zwischen einer auf die Piste 08R aufgerollten ATR 42-500 (AT 45) und einer zur gleichen Zeit gelandeten Boeing 737-300 (B 733) gekommen.

Die Besatzung der AT 45 wartete am Rollhalteort der Rollbahn B4 der Piste 08R, als ein Airbus A 321 (A 321) die Startfreigabe für die Piste 08R erhielt. Unmittelbar danach erhielt die Besatzung der AT 45 die Freigabe, hinter einem landenden Luftfahrzeug, das sich im kurzen Endanflug befand, zum Abflugpunkt der Piste 08R zu rollen.

Unverzüglich, nachdem der Airbus A 321 die Rollbahn B4 im Startlauf passiert hatte, begann die Besatzung der AT 45 mit dem Aufrollen zum Abflugpunkt. Kurz bevor die AT 45 den Rand der Piste erreicht hatte, setzte eine B 733 in der Aufsetzzone der Piste auf. Die AT 45 setzte den Aufrollvorgang fort und die B 733 passierte die AT 45 mit wenigen Metern Abstand auf der rechten Seite, nachdem die Besatzung der B 733 ein Ausweichmanöver eingeleitet hatte. Es entstand kein Personen- oder Sachschaden.

Die schwere Störung ist auf folgende Ursachen zurückzuführen:

Unmittelbare Ursachen:

- Die Kommunikation zwischen der AT 45 und der Platzverkehrskontrolle bezüglich der Erteilung und Anwendung einer konditionellen Freigabe war missverständlich.
- Die AT 45 rollte auf die für eine Landung freigegebene Piste 08R auf.
- Die Beobachtung des Anflugsektors 08 R durch die Besatzung der AT 45 war nur eingeschränkt möglich.
- Die im Rollfeldüberwachungsradar (ASRM) zur Verfügung stehende Alarmfunktion Runway Incursion Monitoring (RIM) war deaktiviert.

Systemische Ursachen:

- Die Verfahrensanweisung für die Erteilung und Anwendung der konditionellen Freigabe war nicht umfassend und präzise.
- Es wurde die Schnellabrollbahn B4 der Piste 26L als Rollweg zum Aufrollen für Startvorgänge auf der Piste 08R in Verbindung mit einer konditionellen Freigabe genutzt.
- Die Alarmfunktion RIM für die Anzeige von Runway Incursions war unzuverlässig und fehlerhaft.

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

1. Sachverhalt

1.1 Ereignisse und Flugverlauf

Am 03.05.2004 wartete die AT 45 um 21:39 Uhr abflugbereit am CAT-I-Rollhalteort auf der Rollbahn B4 an der Piste 08R, um nach Instrumentenflugregeln (IFR) von München (EDDM) nach Villafranca (LIPX) zu fliegen. An Bord befanden sich 25 Fluggäste und vier Besatzungsmitglieder.

Eine aus Amsterdam (EHAM) kommende Boeing B 733 mit 46 Fluggästen und fünf Besatzungsmitgliedern an Bord befand sich zur gleichen Zeit im Endanflug ca. 2 NM vor der Schwelle der Piste 08R. Um 21:37:20 Uhr hatte die Besatzung Sprechfunkkontakt mit dem Tower (TWR) hergestellt und erhielt die Information, dass die Landefreigabe aufgrund eines bevorstehenden Abfluges erst im kurzen Endanflug erteilt werde.

Zeitgleich stand ein Airbus A 321 auf Höhe der Einmündung B2 am Abflugpunkt auf der Piste 08R. Die Besatzung hatte um 21:38:03 Uhr von der zuständigen Lotsin die Startfreigabe erhalten und begann ca. 20 Sekunden später mit dem Startlauf.

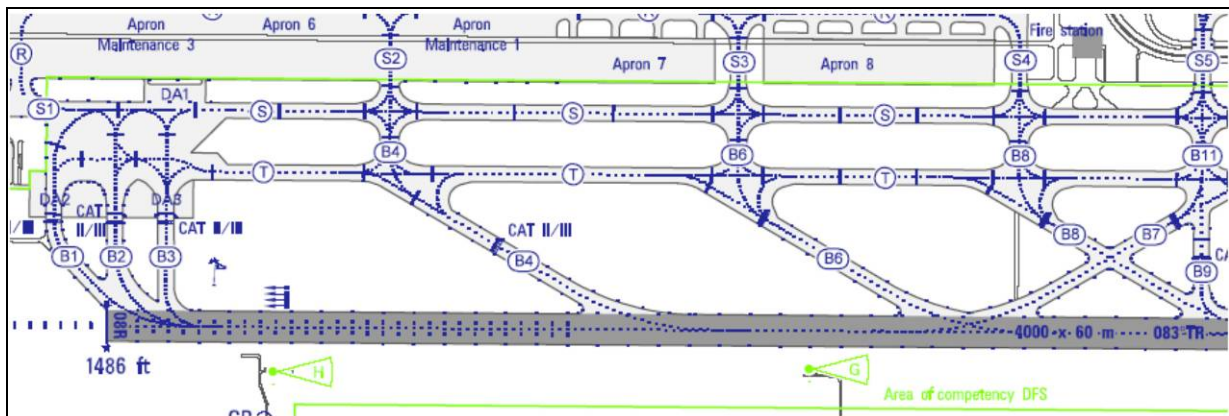


Bild 1: Flughafen München im Bereich der Piste 08R

Um 21:38:35 erteilte die Lotsin der Besatzung der AT 45 eine konditionelle Freigabe mit folgendem Wortlaut: "... behind next landing short final line up 08 right behind". Diese Freigabe wurde von der Besatzung der AT 45 zurückgelesen. Etwa 16 Sekunden später passierte der Airbus A 321 die Rollbahneinmündung B4. Um 21:39:00 Uhr begann die AT 45 mit dem Aufrollvorgang, der A 321 hob um 21:39:03 Uhr von der Piste ab.



Bild 2: Radarabzeichnung 21:39:00 Uhr: Startvorgang des A 321, kurz vor dem Abheben

Zwei Sekunden zuvor, um 21:39:01 Uhr, hatte die Besatzung der B 733 die Landefreigabe für die Piste 08R erhalten. Die B 733 überflog um 21:39:12 Uhr die Schwelle der Piste. Der Abstand zum gerade gestarteten A 321 betrug zu diesem Zeitpunkt 2 685 m. Die AT 45 hatte sich minimal vorwärts bewegt und befand sich ca. 70 Meter von der Pistenmittellinie entfernt.

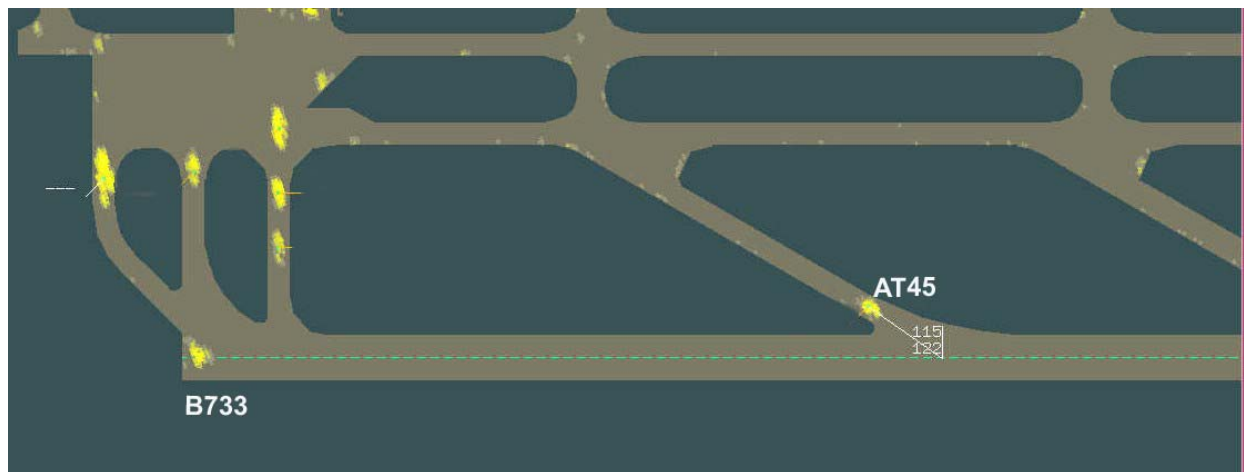


Bild 3: Radaraufzeichnung 21:39:12 Uhr: Die B 733 überflog die Schwelle



Bild 4: Radaraufzeichnung 21:39:18 Uhr: Die B 733 war im Ausschweben/Aufsetzen auf der Piste 08R, die AT 45 befand sich noch ca. 40 m von der Pistenmittellinie entfernt.

Kurz nach dem Aufsetzen der B 733, um 21:39:20 Uhr, erkannte die Besatzung, dass sich die AT 45 kurz vor ihr auf der Piste befand, und wich während des Ausrollens der noch im Aufrollvorgang befindlichen AT 45 aus. Die B 733 passierte die AT 45 auf der rechten Seite mit wenigen Metern Abstand. Die Geschwindigkeit der B 733 betrug nach Angabe der Besatzung zu diesem Zeitpunkt ca. 110 Knoten.



Bild 5: Radaraufzeichnung 21:39:24 Uhr: Die B 733 nach dem Aufsetzen. Die Besatzung bemerkte, dass die AT 45 auf die Piste rollte. Die AT 45 war noch ca. 25 m von der Mittellinie entfernt.

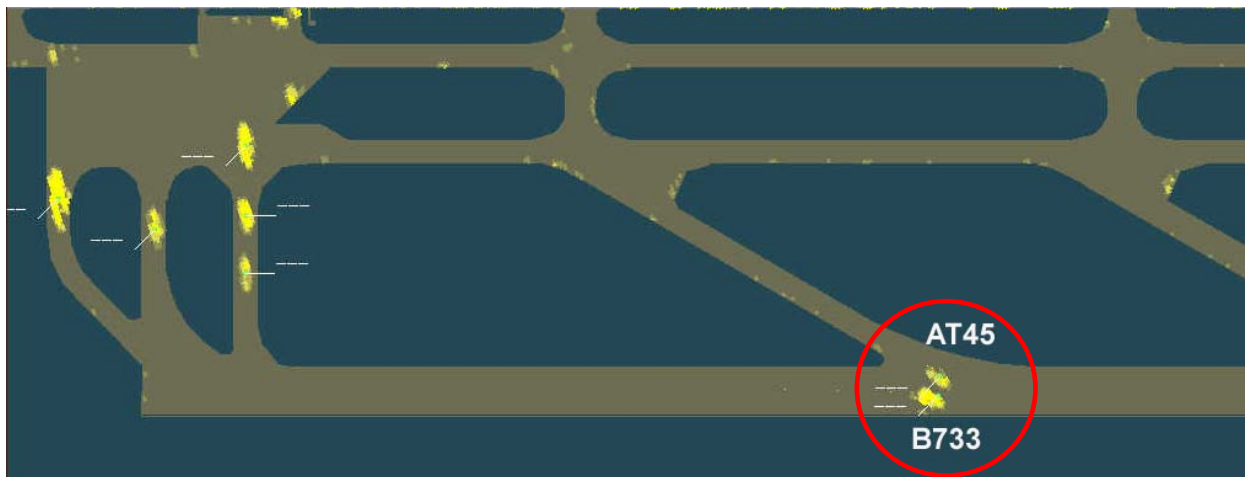


Bild 6: Radaraufzeichnung 21:39:26 Uhr: Die AT 45 befand sich noch etwa 10 Meter von der Mittellinie entfernt. Die B 733 passierte die AT 45 auf der rechten Seite, Geschwindigkeit ca. 110 Knoten.

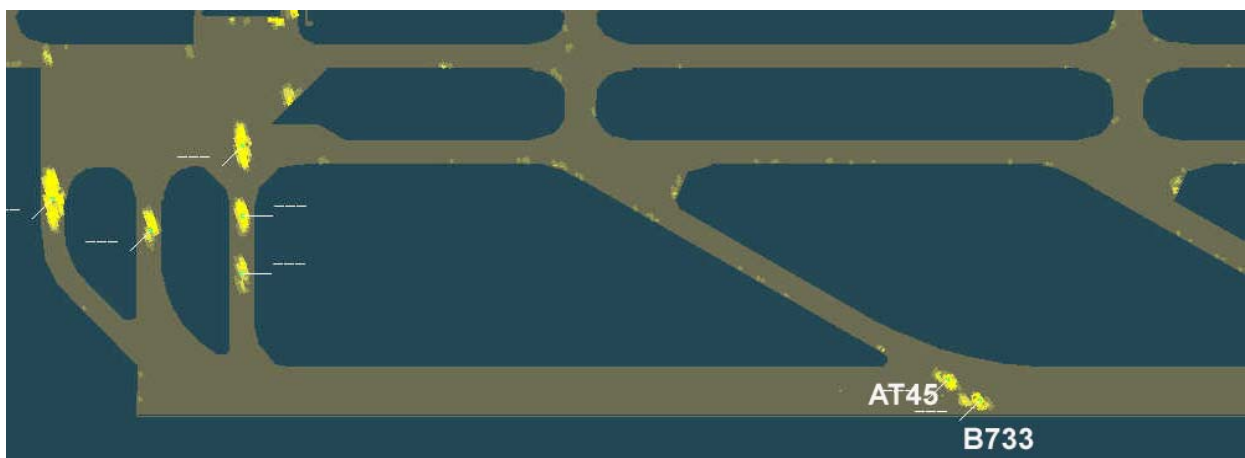


Bild 7: Radaraufzeichnung 21:39:27 Uhr: Die B 733 hat die AT 45 passiert.

1.1.1 Ereignis aus der Sicht der Platzverkehrslotsin

Die Fluglotsin im Tower sagte bei der Befragung durch die BFU aus, dass sie der AT 45 eine konditionelle Freigabe erteilt habe und die dafür notwendigen Voraussetzungen vorgelegen hätten. Sie sei bei der Erteilung der Freigabe für die AT 45 davon ausgegangen, dass diese sich auf ein landendes und nicht auf ein startendes Flugzeug bezogen habe. Nach ihrer Aussage hätte die Besatzung der AT 45 das anfliegende Flugzeug sehen können.

Weiterhin führte die Fluglotsin aus, dass sie nach Erteilung der Landefreigabe an die B 733 nicht mehr auf die Darstellung des Bodenradars geschaut habe. Die beiden Flugzeuge hätte sie auf der Piste erst wieder gesehen, als diese sich passiert hatten. Auch habe sie visuell nicht erkannt, wie weit die AT 45 auf die Piste gerollt sei.

Die Lotsin gab weiter an, dass sie bei eingeschaltetem RIM durch den Alarm akustisch und optisch auf die eingetretene Konfliktsituation aufmerksam geworden wäre.

1.1.2 Ereignis aus der Sicht der Besatzung der AT 45

Nach Auskunft der Besatzung der AT 45 wurde das Flugzeug an der CAT-I-Rollhaltemarkierung angehalten und die "condition lever" in "feather position" gebracht. Nach Erhalt der Freigabe "behind next landing line up runway zero eight right behind" sahen beide Piloten den A 321 vorbeifahren und haben diesen als das in der konditionellen Freigabe gemeinte Flugzeug betrachtet.

Kommandant war der Pilot am Steuer. Nach seiner Aussage hat er die "condition lever" in die Position "auto" gebracht und dabei festgestellt, dass einer der beiden Hebel schwerer zu bedienen war. Nach einer Diskussion des Problems mit dem Copiloten habe er das Flugzeug langsam anrollen lassen.

Weiterhin erklärte der Kommandant, dass er das Flugzeug während des Aufrollens nach rechts gedreht habe, um dem Copiloten die Möglichkeit zu geben, den Anflugbereich einzusehen.

1.1.3 Ereignis aus der Sicht der Besatzung der B 733

Die Besatzung der B 733 gab an, erst beim Aufsetzen bemerkt zu haben, dass die AT 45 sich auf der Piste 08R befand. Der Pilot steuerte nach seinen Angaben das Flugzeug mit einer Geschwindigkeit von ca. 110 kt und unter Einsatz der Schubumkehr und "max. autobrake" nach rechts an der AT 45 vorbei.

1.2 Personenschaden

Es entstand kein Personenschaden.

1.3 Schaden am Luftfahrzeug

Die Luftfahrzeuge wurden nicht beschädigt.

1.4 Drittschaden

Nicht entstanden.

1.5 Angaben zu Personen

1.5.1 Flugbesatzungen

1.5.1.1 ATR42-500 (AT 45)

Kommandant

Alter: 41 Jahre, männlich
Erlaubnis: Verkehrsflugzeugführer (A), IFR, gültig bis 22.01.2005
Flugstunden ges.: 8 095 Std.
auf ATR 42/72: 5 500 Std.
letzte 90 Tage: 182 Std.
letzte 24 Std.: 11:30 Std.
Arbeitszeit bis zum Ereignis: 10 Std.
Ruhezeit vor dem Ereignis: 12 Std.
Tauglichkeitszeugnis gültig bis: 15.09.2004

Copilot

Alter: 32 Jahre, männlich
Erlaubnis: Verkehrsflugzeugführer (A), IFR, gültig bis 20.06.2004
Flugstunden ges.: 3 100 Std.
auf ATR 42/72: 2 500 Std.
letzte 90 Tage: 145 Std.
letzte 24 Std.: 11:30 Std.
Arbeitszeit bis zum Ereignis: 10 Std.
Ruhezeit vor dem Ereignis: 12 Std.
Tauglichkeitszeugnis gültig bis: 16.12.2004

Die Besatzung war den vierten Tag hintereinander im Einsatz und hatte ihren Dienst um 11:40 Uhr begonnen. Es war der vierte und letzte Flug an diesem Tag.

1.5.1.2 B737-306 (B 733)

Kommandant

Alter: 51 Jahre, männlich
Erlaubnis: Verkehrsflugzeugführer, keine weiteren Angaben
Flugstunden ges.: 13 075 Std.
auf B737-300: 4000 Std.
letzte 90 Tage: 117 Std.
letzte 24 Std.: 06:06 Std.
Arbeitszeit bis zum Ereignis: 06:06 Std.
Ruhezeit vor dem Ereignis: 2 Tage
Tauglichkeitszeugnis: keine Angaben

Copilot

Alter: 31 Jahre, männlich
Erlaubnis: Verkehrsflugzeugführer
Flugstunden ges.: 4 572 Std.
auf B737-300: 3000 Std.
letzte 90 Tage: 160 Std.
letzte 24 Std.: 06:06 Std.
Arbeitszeit bis zum Ereignis: 06:06 Std.
Ruhezeit vor dem Ereignis: 2 Tage
Tauglichkeitszeugnis: keine Angaben

Die Besatzung war ebenfalls seit 11:40 Uhr im Dienst. Es war der dritte und letzte Flug an diesem Tag.

1.5.2 Flugsicherungspersonal

Flugverkehrsleotse: Platzverkehrsleotsin Süd (PL1S)

Die 47-jährige Lotsin hatte ihre Ausbildung als Flugverkehrsleotsin 1980 begonnen und war nach erfolgreicher Beendigung der Ausbildung ab 1984 als Flugverkehrsleotsin tätig. Sie war Inhaberin der Erlaubnis Flugplatzkontrolle mit Radar. Seit 17.11.1984 hatte sie die Berechtigung Platzverkehrsleotsin (PL) Tower München. Die letzte flugmedizinische Tauglichkeitsuntersuchung erfolgte am 29.03.2004 mit Gültigkeit bis zum 02.04.2006.

Der Dienst am 03.05.04 war ihr fünfter Dienst in Schichtfolge. Sie hatte ihren Dienst um 14:15 Uhr begonnen und sollte ihn um 22:38 Uhr beenden. Vor dem Ereignis hatte sie drei Pausen von insgesamt 2 Stunden und 15 Minuten. Die letzte Pause von 30 Minuten wurde um 20:20 Uhr angetreten. Am Tag zuvor hatte sie von 11:45 Uhr bis 20:08 Uhr Dienst mit den entsprechenden Pausen. Die Lotsin hatte den Arbeitsplatz PL1S um 20:50 Uhr, 49 Minuten vor dem Ereignis, übernommen.

1.6 Angaben zu den Luftfahrzeugen

1.6.1 B737-300 (B 733)

Die B737-300 ist ein Tiefdecker mit zwei Strahltriebwerken. Das Flugzeug wird im Mittelstreckenverkehr eingesetzt. Es können bis zu 150 Fluggäste befördert werden.

Das Flugzeug war in den Niederlanden zum Verkehr zugelassen und wurde von einem niederländischen Unternehmen betrieben.

1.6.2 ATR 42-500 (AT 45)

Die ATR42-500 ist ein Schulterdecker mit zwei Turbo-Prop-Triebwerken. Das Flugzeug wird im Zubringer- und kurzen Mittelstreckenverkehr eingesetzt. Es können bis zu 50 Fluggäste befördert werden.

Das Flugzeug war in Italien zugelassen und wurde von einem italienischen Unternehmen betrieben.

1.7 Meteorologische Informationen

Zum Zeitpunkt des Vorfalles herrschten Sichtwetterbedingungen und Dunkelheit. Sonnenuntergang war um 20:46 Uhr.

Um 21:20 Uhr wurden folgende für das Platzwetter folgende Wetterdaten aufgezeichnet: Wind aus 290° mit 3 Knoten, Sicht >10 km, Bewölkung: keine Wolken unterhalb 5 000 ft (1 500 m), Temperatur 15°C, Taupunkt 9°C, Luftdruck QNH 1001 hPa.

1.8 Navigationshilfen und Radarsysteme

Das Instrumentenlandesystem der Piste 08R arbeitete ohne Einschränkungen.

Die Flüge der beteiligten Flugzeuge wurden vom Flugsicherungs-Radar (TAR Nahverkehrsbereich-Radar und ASMR Rollfeldüberwachungsradar) erfasst und auf den Monitoren an den Arbeitsplätzen der Lotsen als Radarzielstandortsymbole dargestellt.

Rollfeldüberwachungsradar (ASMR):

Zur Untersuchung der Störung standen die aufgezeichneten Daten des ASMR der Platzkontrollstelle München zur Verfügung.

Das ASMR war mit mehreren Warnfunktionen ausgestattet, darunter die Funktion „Runway Incursion Monitoring“ (RIM). Diese Funktion sollte den Lotsen durch eine visuell auf dem ASMR-Bildschirm eingeblendete Alarmmeldung (RIM-Alert) und einen akustischen Warnton aufmerksam machen, wenn ein Luftfahrzeug oder Fahrzeug auf eine Piste zu rollen drohte, welche gerade durch ein startendes oder landendes Luftfahrzeug benutzt wurde. Dabei wechselten die Etiketten der betroffenen Radarziele ihre Farbe von Gelb auf rot. Die Einstellung der Parameter, unter welchen Bedingungen ein Alarm ausgelöst wurde, lag in der Verantwortung der DFS.

Im Rahmen der Untersuchung wurde festgestellt, dass um 21:39:09 Uhr, 17 Sekunden vor der größten Annäherung der beiden Flugzeuge AT 45 und B 733, vom System sowohl ein akustischer als auch ein optischer Alarm generiert wurde. Dieser Alarm bezog sich auf die AT 45 und die B 733 und wurde dementsprechend auf dem ASMR dargestellt. Kurz zuvor war ein Alarm generiert worden, der die B 733 und die abfliegende A 321 betraf.

Die Funktion RIM (Runway Incursion Alert) war am ASMR des Lotsenarbeitsplatzes PL1S zum Zeitpunkt der Störung nicht eingeschaltet.

In Gesprächen mit DFS-Mitarbeitern in München berichteten diese, dass die Funktionalität RIM nicht genutzt würde, da die Anzahl von Fehlanzeigen inakzeptabel hoch sei.

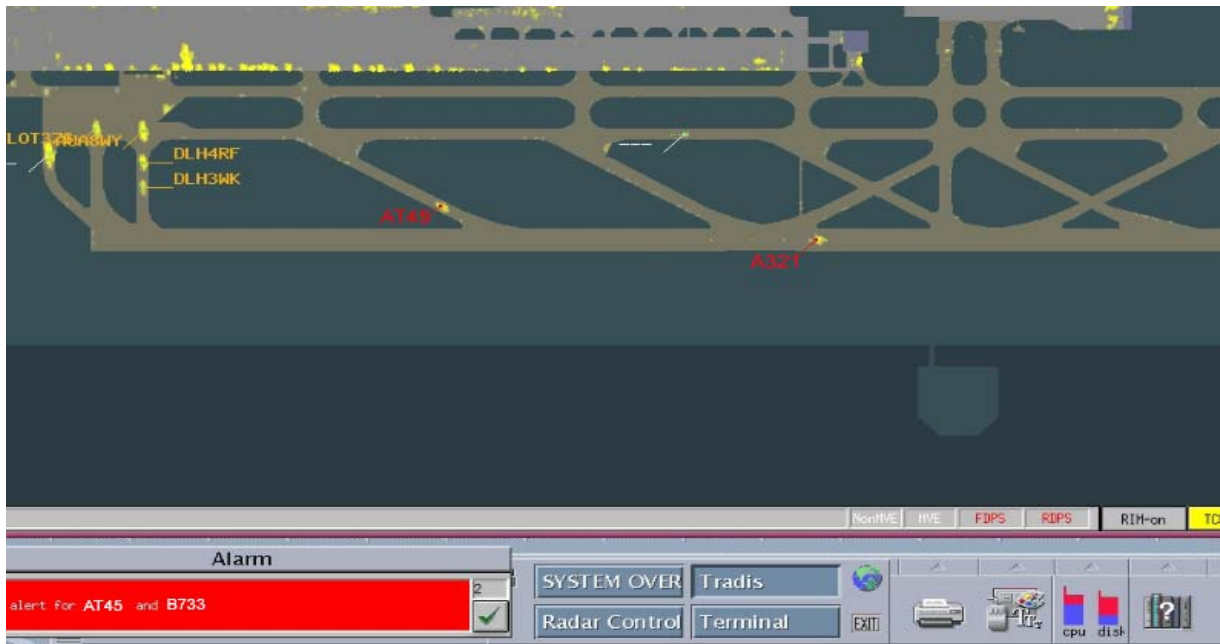


Bild 8: Radaraufzeichnung 21:39:09 Uhr. RIM-Alarmierung zwischen der AT 45/B 733. Die B 733 befand sich im kurzen Endanflug und wurde kurze Zeit später auf dem Rollfeldradar sichtbar.

1.9 Funkverkehr

Der Funksprechverkehr wurde aufgezeichnet und stand als Tonbandumschrift und als Original-Tonaufzeichnung für die Auswertung zur Verfügung.

Alle beteiligten Flugzeuge, die landende B 733 und die zur Startposition rollende AT 45 sowie der startende Airbus A 321, befanden sich auf der Frequenz der PL1S und konnten den Funksprechverkehr der anderen Flugzeuge mithören.

Die Frequenz des Rollverkehrslotsen (PBS) war mittels Frequenzkopplung auf den Arbeitsplatz PL1S gelegt, die Rollkontrolle wurde durch die Lotsin PL1S mit ausgeübt. Der als PBS eingeteilte Lotse unterstützte die Lotsin bei der Optimierung der Abflugfolge. Er führte die anfallenden Koordinationsgespräche durch, u.a. Koordination von Schleppvorgängen über Bodenfunk.

Im Folgenden ist der relevante Funksprechverkehr der Frequenz 120,5 MHz auszugsweise wörtlich abgedruckt:

21:19:17	A 321	tower guten Abend (Rufzeichen A 321)
21:19:21	pl1s	guten Abend (Rufzeichen A 321) taxi sierra bravo 2
21:19:24	A 321	sierra bravo 2
21:21:14	AT 45	hello (Rufzeichen AT 45) sierra 8
21:21:17	pl1s	hello (Rufzeichen AT 45) taxi sierra bravo 4
21:21:21	AT 45	sierra bravo 4 (Rufzeichen AT 45)
21:36:15	pl1s	(Rufzeichen A 321) line up 08 right on departure route recleared altitude 5000 feet

21:36:22	A 321	lining up 08 right (Rufzeichen A 321) and recleared 5000 feet on the departure route
21:37:20	B 733	tower hello (Rufzeichen B 733) is established ils 08 right
21:37:25	PL1S	hello (Rufzeichen B 733) number 1 departure in front expect landing clearance short final
21:37:31	B 733	roger standing by (Rufzeichen B 733)
21:38:03	pl1s	(Rufzeichen A 321) wind 310 4 knots cleared for take off 08 right
21:38:08	A 321	(Rufzeichen A 321) cleared for take off 08 right climbing 5000
21:38:25	pl1s	(Rufzeichen AT 45) behind next landing short final line up 08 right behind
21:38:30	AT 45	behind next landing line up and wait 08 right behind (Rufzeichen AT 45)
21:39:01	pl1s	(Rufzeichen B 733) wind is 310 4 knots cleared to land 08 right
21:39:05	B 733	cleared to land 08 right (Rufzeichen B 733)
21:39:25	B 733	die is op de bahn
21:39:39	B 733	tower (Fluggesellschaft AT 45) was lining up we had to ah turn away
21:39:45	pl1s	(Rufzeichen AT 45) you had line up behind the landing
21:39:50	AT 45	roger we have seen the other aircraft we suppose it was landed (different voice) the second one this one
21:40:19	B 733	what`s the callsign of the (Rufzeichen AT 45) we almost crashed into
21:40:24	pl1s	it was (Rufzeichen AT 45)
21:40:27	B 733	(Rufzeichen AT 45) ok we will write a report



Bild 11: Beschilderung Rollbahn B4, Piste 08R

1.11 Flugdatenaufzeichnung

Die Aufzeichnungen der Flugdatenschreiber (FDR) und Cockpit-Voice-Recorder (CVR) beider Flugzeuge standen nicht zur Verfügung.

1.12 Feststellungen an den Luftfahrzeugen

An den beteiligten Luftfahrzeugen entstanden keine Schäden.

Auf der Piste 08R wurden in Höhe des Rollweges B4 Spuren durch den Abrieb der Reifen der B 733 markiert.

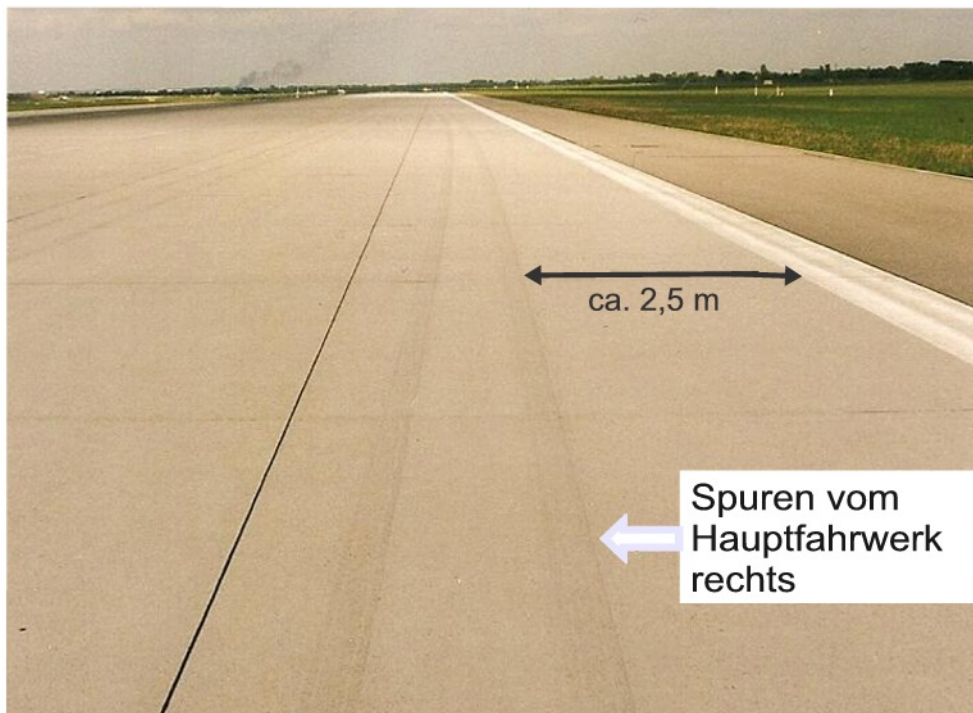


Bild 12: Spuren rechten Hauptfahrwerks

1.13 Medizinische und pathologische Angaben

Nicht relevant.

1.14 Brand

Ein Brand ist nicht entstanden.

1.15 Überlebensaspekte

Nicht relevant.

1.16 Versuche und Forschungsergebnisse

Im Rahmen der Untersuchung wurde bei einer Ortsbesichtigung durch Mitarbeiter der BFU festgestellt, dass aus der Position des CAT-I-Rollhalts der B4 der Anflugsektor nur unter Schwierigkeiten einsehbar war.

Außerdem wurde nachvollzogen, wie die Sicht aus dem Cockpit eines am CAT-I-Rollhalteort B4 stehenden Flugzeugs auf die S/L-Bahn 08R bei Dunkelheit war. Es zeigte sich, dass ein bei Dunkelheit

auf der Piste 08R vorbeierollendes Flugzeug nicht eindeutig als startend oder landend eingeordnet werden konnte. Erst die weitere Beobachtung bis zum Rotieren oder Abrollen von der Piste ließ erkennen, dass das beobachtete Flugzeug gestartet oder gelandet war.

1.17 Organisationen und deren Verfahren

1.17.1 Die Verfahren der ICAO

Die Freigabe zum Aufrollen der AT 45 auf die Piste 08R erfolgte als so genannte konditionelle Freigabe. Diese Form der Freigabe und die Verfahrensweise für die Anwendung in der Flugplatzkontrolle war in dem Dokument "Procedures for Air Navigation Services Air Traffic Management Doc 4444 ATM/501", Ausgabe 14, Jahr 2001, der Internationalen Zivilluftfahrt-Organisation (ICAO) festgelegt.

Im Doc 4444 war im Abschnitt 12.2.4 „Phraseologies“ zur Anwendung von konditionellen Freigaben durch die Flugverkehrskontrolle nachfolgende Anmerkung dokumentiert:

„Conditional Phrases, such as „behind landing aircraft“ or „after departing aircraft“ shall not be used for movements affecting active runway(s), except when the aircraft or vehicles concerned are seen by the appropriate controller and pilot. In all cases a conditional clearance shall be given in the following order and consist of:

- i) identification,*
- ii) the condition,*
- iii) the clearance and*
- iv) brief reiteration of the clearance.*

Example: "SAS941, behind DC9 on final line-up behind"

Ein weiterer Hinweis in dem Dokument war:

"This implies the need for the aircraft receiving the conditional clearance to identify the aircraft or vehicle, causing the conditional clearance."

1.17.2 Verfahren der ICAO im „Manual of Radiotelephony“ Doc 9432-AN/925, 2nd Edition 1990

In dem Doc 9432 der ICAO war in Verbindung mit den Sprechfunkverfahren für die Anwendung der konditionellen Freigabe im Chapter 4.5.7 folgender Text veröffentlicht:

"Conditional clearances shall not be used for movements affecting active runway(s), except when the aircraft or vehicles concerned are seen by the appropriate controller and pilot. When the conditional clearance involves a departing aircraft and an arriving aircraft it is important that the departing aircraft correctly identifies the arriving aircraft on which the conditional clearance is based. Reference to the arriving aircraft type may be insufficient and it may be necessary to add a description of the colour or the company name to ensure correct identification. A conditional clearance shall be given as follows:

- a) call sign,*
- b) the condition,*
- c) the clearance".*

1.17.3 DFS und deren Verfahren gemäß BA-FVK

In der BA-FVK waren von den Fluglotsen anzuwendende Verfahrensanweisungen für die Durchführung der Flugplatzkontrolle festgelegt. In Teil 3 der BA-FVK war unter Punkt 333 „Startfreigabe“ festgelegt, unter welchen Bedingungen ein abflugberechtigtes Luftfahrzeug in Abhängigkeit von anderem Verkehr zum Abflugpunkt freigegeben werden konnte.

Die Verfahrensanweisung war laut BA-FVK 333.3:

„Wenn das Luftfahrzeug abflugbereit ist, aber noch nicht für den Start freigegeben werden kann, darf zur Beschleunigung des Verkehrs eine Anweisung zum Abflugpunkt zu rollen unter folgenden Voraussetzungen erteilt werden:

- *ohne Auflagen, wenn der Abflugpunkt frei ist und das Rollen und Halten ohne Beeinträchtigung des anderen Verkehrs möglich ist*
- *mit Auflagen, wenn das Rollen zum Abflugpunkt von der Berücksichtigung anderen Verkehrs abhängig gemacht werden muss*

Solche Anweisungen sind besonders klar und unmissverständlich abzufassen und dürfen nur erteilt werden, wenn der Lotse die beteiligten Luftfahrzeuge und andere Fahrzeuge beobachten und davon ausgehen kann, dass der betroffene Luftfahrzeugführer den zu beachtenden Verkehr sieht.

Es ist besonders darauf zu achten, dass der Luftfahrzeugführer diese Anweisungen korrekt zurückliest und die Auflagen einhält.“

1.17.4 Flugsicherung und deren Sprechfunkverfahren

Die Sprechfunkverfahren der DFS waren in der BA-FVK, Abschnitt 8, im Luftfahrthandbuch Deutschland (AIP) und den Nachrichten für Luftfahrer (NfL) veröffentlicht. In der BA-FVK fand sich unter Punkt 852.251 folgender Hinweis zur konditionellen Freigabe.

Conditional clearance:

- **G: *BEHIND LANDING / DEPARTING*** (traffic information) **LINE UP RUNWAY** (designator) *AND WAIT* **BEHIND**
- **A: *BEHIND LANDING / DEPARTING*** (traffic information) **LINING UP RUNWAY** (designator) *AND WAITING* **BEHIND**

Anmerkung 1: Konditionelle Redewendungen, wie HINTER LANDENDEN LUFTFAHRZEUG oder HINTER ABFLIEGENDEN LUFTFAHRZEUG, sind nicht für Bewegungen zu verwenden, die die Betriebspiste(n) betreffen, außer der betreffende Lotse und der Pilot können die in Frage kommenden Luftfahrzeuge oder Fahrzeuge sehen.

Anmerkung 2: Konditionelle Freigaben sind einschließlich der Bedingunge(n) (z.B.: HINTER LANDENDER...) wörtlich zu wiederholen.“

1.17.5 Aufgaben Platzverkehrslotse (auszugsweise wiedergegeben)

Die Funktion und Tätigkeit des Platzverkehrslotsen waren in der BA-FVK unter Pkt. 221 aufgeführt.

Die Funktion des Platzverkehrslotsen umfasst die Durchführung der Flugverkehrsdienste für folgenden Verkehr:

- *startende und landende Luftfahrzeuge*
- *Luftfahrzeuge auf dem Landebereich*

Der Platzverkehrslotse hat grundsätzlich folgende Tätigkeiten durchzuführen:

- *Beobachtung aller sichtbaren Flugbewegungen auf und in der Umgebung des Flugplatzes sowie von Luftfahrzeugen, Fahrzeugen und Personen auf dem Rollfeld*
- *Erteilung der für die sichere und zügige Abwicklung des Flugplatzverkehrs notwendigen Freigaben und Anweisungen an Luftfahrzeuge durch Sprechfunk oder optische Zeichen, z .B.:*
- *Anweisungen zur Herstellung einer Start- und Landefolge*
- *Anweisungen zum Abflugpunkt zu rollen*
- *Start- und Landefreigaben*

Übermittlung von Informationen, die für die sichere, geordnete und flüssige Durchführung von Flügen erforderlich sind, z. B.:

- *zu beachtende örtliche Verkehrsinformationen*

1.17.6 Nutzung von Rollfeldradar

Die Nutzung von Rollfeldradar in der Platzkontrolle war im Teil 318 der BA-FVK geregelt.

Einsatzzweck: Das Rollfeldradar soll genutzt werden zur Überwachung und Führung von Luftfahrzeugen und Fahrzeugen auf dem Rollfeld:

- *bei eingeschränkter Sicht, insbesondere bei Wetterlagen, die Verfahren nach CAT II / III erfordern*
- *nachts*
- *bei fehlender Einsehbarkeit von Teilen des Rollfeldes*
- *wenn dies dem Lotsen notwendig erscheint*

Einsatzmöglichkeiten: Rollfeldradarinformationen werden genutzt:

- *zur Bestätigung, dass die Piste bzw. deren Schutzbereich frei von Fahrzeugen oder gelandeten Luftfahrzeugen ist*
- *zur Bestätigung, dass ein abfliegendes Luftfahrzeug auf den Abflugpunkt der zugewiesenen Piste rollt*
- *zur Bestätigung, dass ein abfliegendes Luftfahrzeug den Startlauf begonnen hat*
- *zur Bestätigung, dass ein abfliegendes Luftfahrzeug abgehoben hat*
- *um Luftfahrzeugen oder Fahrzeugen Rollanweisungen oder Informationen zu erteilen*
- *um die korrekte Ausführung von Kontrollanweisungen zu überwachen*

Es gab bei der DFS-Niederlassung in München keine Betriebsanordnung, in der die Nutzung des ASMR und die Verwendung der Funktionen RIM geregelt waren, - dies war den jeweiligen Lotsen überlassen.

1.17.7 Betriebliche Freigabe ASMR bei der Platzkontrollstelle München

Die Betriebsanordnung (BAO) 30/2003 und 40/2004 beinhalteten zum einen die Erfassung von Mängeln beim ASMR und zum anderen die betriebliche Freigabe und die damit verbundenen Einschränkungen, die bei der Nutzung des Systems in München aufgrund technischer Unzulänglichkeiten auftreten konnten. Unter Punkt 1.1. und 1.2 der BAO 40/2004 fanden sich folgende Hinweise:

BAO FVK 30/2003 Pkt. 1.1:

Reflexionen an Luftfahrzeugen auf den Vorfeldbereichen nördlich der Rollbahn „Sierra“ können zu Spiegelzielen auf der Rollbahn „Sierra“, „Bravo 4“ und Tango und je nach Lage der Spiegelziele zu Falschalarmen bei RIM und TCM (Taxiway Collision Monitoring) führen.

BAO FVK 30/2003 Pkt. 1.2:

In Abhängigkeit von Rückstrahlfläche und Erfassungswinkel der Luftfahrzeuge können so genannte Splitziele generiert werden. Je nach Lage können diese Splitziele zu Falschalarmen bei RIM und TCM führen.

1.17.8 Verfahren der Platzkontrollstelle München gemäß BAO (OPS) Tower

Örtliche Verfahren, die zusätzlich zu den Vorschriften der BA-FVK galten, waren in der o.g. BAO geregelt. Unter Pkt. 2.3.1 war festgelegt, welche Rollbahneinmündungen für Starts benutzt werden durften. Hiernach waren für Startvorgänge von der Piste 08R die Rollbahneinmündungen B1, B2, B3, B4, B6, B9 zugelassen.

1.18 Zusätzliche Informationen

Das Verkehrsaufkommen zum Zeitpunkt des Ereignisses war nach Angaben der Lotsin mittel, die Verkehrssituation normal komplex. In den 30 Minuten vor der schweren Störung wurden 24 Luftfahrzeugbewegungen abgearbeitet, davon 8 Landungen, 15 Starts und ein Hubschrauber, der nach Sichtflugregeln zur Landung in München unterwegs war. Zum Vorfallszeitpunkt befanden sich 9 Luftfahrzeuge auf der Kontrollfrequenz.

2. Beurteilung

2.1 Allgemeines

Die B 733 passierte die Rollbahneinmündung B4 auf der Piste 08R mit einer Geschwindigkeit von ca. 110 kt, als die AT 45 den Rollhalteort B4 bereits verlassen hatte. Der durch die Radaraufzeichnung dokumentierte Abstand der AT 45 von ca. 10 m von der Mittellinie der Piste verdeutlicht das Risiko einer Kollision. Nur durch glückliche Umstände und das situationsgerechte Ausweichen der B 733 nach rechts wurde ein Unfall mit katastrophaler Folge vermieden.

Vor diesem Hintergrund wurde das Ereignis durch die untersuchende Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung (BFU) im Sinne des Gesetzes über die Untersuchung von Unfällen und Störungen bei dem Betrieb ziviler Luftfahrzeuge (FIUUG) als Schwere Störung klassifiziert und untersucht.

Ein Schwerpunkt bei der Untersuchung war die Erteilung und Umsetzung der Flugsicherungs-Freigaben für Start und Landung der beteiligten Flugzeuge sowie die Anwendung der konditionellen Freigabe.

2.2 Operationelle Bewertung der Freigaben

Flugsicherung:

Die Verantwortung für die Erteilung der Freigaben für den Start der Flugzeuge hatte die Platzverkehrsleitsin Süd (PL1S). Die Anwendung der konditionellen Freigabe war ein Beitrag der Platzverkehrsleitsin, um den Verkehrsfluss zu erhöhen. Im Sinne der Definition war es eine Flugverkehrskontrollfreigabe, die durch den Fluglotsen in Abhängigkeit von anderem Verkehr mit entsprechenden Auflagen zu erteilen und die von den Luftfahrzeugbesatzungen zu beachten und einzuhalten war.

Die konditionelle Freigabe, „..... BEHIND NEXT LANDING SHORT FINAL LINE UP 08 RIGHT BEHIND“, wurde zu einem Zeitpunkt an die Besatzung der AT 45 erteilt, als die B 733 im Endanflug war und sich ein abfliegender Airbus A 321 noch im Startlauf auf der Piste 08R befand. Der Airbus hatte zum Zeitpunkt der Freigabeerteilung die Rollbahneinmündung B4 noch nicht passiert. Informationen über das Luftfahrzeugmuster der anfliegenden Boeing B 733 bzw. des abfliegenden Airbus A 321 wurden von der Lotsin an die Besatzung der AT 45 nicht erteilt.

Die Freigabe entsprach nicht dem Grundsatz, Freigaben so zu erteilen, dass Verwechslungen ausgeschlossen sind. Die Phrase „BEHIND NEXT LANDING“ konnte den Eindruck erwecken, dass das nächste Flugzeug gemeint war.

Für die Lotsin schien die Freigabe eindeutig zu sein. Mit der Bestätigung „BEHIND NEXT LANDING LINE UP AND WAIT 08 RIGHT BEHIND ...“ durch die AT 45 ging sie davon aus, dass die Besatzung das betreffende Luftfahrzeug sah. Sie hatte damit nach Erteilung der Landefreigabe für die B 733 keinen Anlass, die Flugzeuge auf dem Bodenradar zu verfolgen. Sie widmete sich der weiteren Verkehrsabwicklung.

Auch der Zusatz „...AND WAIT...“ beim Rücklesen der Freigabe durch die Besatzung der AT 45 war für die Fluglotsin möglicherweise eine zusätzliche Bestätigung, dass die AT 45 nach der Landung des anfliegenden Flugzeuges auf die Piste aufrollen und dann dort auf eine neue Freigabe warten würde.

Erst in dem Augenblick, als die Besatzung der B 733 „Die is op de Bahn“ meldete, bemerkte die Lotsin eine abnormale Situation. Diese Meldung kam drei Sekunden vor dem Passieren der beiden Luftfahrzeuge.

ge. Sie nahm die beiden Flugzeuge erst wieder augenscheinlich wahr, als diese sich bereits passiert hatten. Auch hatte sie nicht erkannt, wie weit die AT 45 bereits auf die Piste aufgerollt war.

Flugzeug AT 45:

Bis zum Anhalten an der CAT-I Rollhaltemarkierung auf der Rollbahn B4 verlief der Rollvorgang für die Besatzung der AT 45 zunächst routinemäßig. Wie verfahrensmäßig vorgesehen, wurde das Flugzeug angehalten und die „condition lever“ wurden in „feather-position“ gestellt. Nach der Freigabe „..... BEHIND NEXT LANDING SHORT FINAL LINE UP 08 RIGHT BEHIND“ sah sie kurze Zeit später ein Flugzeug vorbeifahren. Die Besatzung konnte damit annehmen, dieses sei das in der konditionellen Freigabe genannte, zu beachtende Luftfahrzeug. Diese Interpretation wurde durch den nächsten Arbeitsschritt des Kommandanten bestätigt. Er bewegte die „condition lever“ in die Stellung „auto“ und war damit für den Start bereit.

Zusätzliche Aufmerksamkeit durch die Besatzung verlangte die Bedienung der „condition lever“, weil sich einer der beiden Hebel schwerer bedienen ließ. Nach einer kurzen Diskussion sah die Besatzung das Problem als gelöst an und begann langsam anzurollen. In der Phase des Aufrollens konnte die Besatzung sich nicht ausschließlich auf die Luftraumbeobachtung konzentrieren, sondern es war u. a. die Klarliste „before take off“ abzuarbeiten.

Über die Einschränkung, den Anflugsektor aufgrund des spitzen Aufrollwinkels von der Rollbahn B4 auf die Piste 08R ausreichend einsehen zu können, war sich die Besatzung im Klaren. Deshalb drehte der Kommandant in der Nähe des Rollhalts das Flugzeug etwas nach rechts, um so dem Copiloten einen besseren Blickwinkel zu ermöglichen.

Die Aussage der Besatzung der AT 45, dass sie beim Aufrollen lediglich einen grellen Lichtschein von rechts wahrgenommen und dann das Flugzeug sofort gestoppt habe, war für die BFU die Erklärung, dass die B 733 vorher als Flugzeug tatsächlich nicht erkannt worden war. Erst danach registrierte die Besatzung die mit hoher Geschwindigkeit und geringem Abstand vorbeifliegende B 733.

Auch durch den Sprechfunkverkehr zwischen der Platzkontrollstelle und der Besatzung der Boeing B 733 und des Airbus A 321 auf der Platzkontrollfrequenz war der Besatzung der AT 45 die Situation nicht bewusst geworden.

Beide Piloten im Cockpit der AT 45 haben das startende Luftfahrzeug für das in der konditionellen Freigabe angekündigte landende Luftfahrzeug gehalten.

Flugzeug B 733:

Die Besatzung der B 733 bemerkte erst beim Aufsetzen, dass die AT 45 auf die Piste 08R aufrollte. Ein Fehlanflug war zu diesem Zeitpunkt und bei dem Abstand zur AT 45 nicht mehr möglich. Der Luftfahrzeugführer am Steuer der B 733 steuerte das Flugzeug bei ca. 110 kt situationsgerecht nach rechts und konnte damit einen Zusammenstoß vermeiden.

Auf der gemeinsamen Sprechfunkfrequenz konnte die Besatzung der B 733 unmittelbar vor der Landefreigabe die konditionelle Startfreigabe für die AT 45 mithören. Die Piloten der B 733 konnten jedoch davon ausgehen, dass die am Rollhalt B4 stehende AT 45 erst nach der Landung auf die Piste rollen würde.

2.2.1 Human Performance

Fluglotsin:

Die Fluglotsin war für die Wahrnehmung der Aufgabe lizenziert und qualifiziert. Durch die langjährige Berufspraxis verfügte sie über eine hohe Erfahrung.

Die Anwendung der konditionellen Freigabe war für die Fluglotsin nicht ungewöhnlich. Es war üblich, die Rollbahn B4 zum Aufrollen auf die Piste zu nutzen. Mit der Entscheidung für dieses Freigabeverfahren hatte sie die Absicht, die Verkehrsabwicklung zu beschleunigen. Die Verkehrssituation zum Zeitpunkt des Vorfalles - als auch in der Zeit davor - erforderte eine zügige Abwicklung, um keine Verzögerungen entstehen zu lassen.

Die Lotsin ging bei der Erteilung der konditionellen Freigabe davon aus, dass diese eindeutig war, da sie sich auf ein landendes und nicht auf ein startendes Luftfahrzeug bezog. Auch war sie der Überzeugung, dass die Besatzung der AT 45 das betreffende Luftfahrzeug wahrgenommen hatte, da die erteilte Freigabe korrekt bestätigt worden war. Sie war sich so sicher, dass sie nach Erteilung der Landefreigabe an die B 733 keinen Anlass sah, die Flugzeuge auf dem Bodenradar zu verfolgen. Sie widmete sich der weiteren Verkehrsabwicklung.

Die hohe Verkehrsdichte mit neun Flugzeugen auf der Kontrollfrequenz, die allgemeine Forderung nach einer zügigen Abwicklung sowie die Vorstellung, dass alle notwendigen Voraussetzungen für die Anwendung einer konditionellen Freigabe vorlagen, waren aus Sicht der BFU Begründungen, warum sich die Lotsin sofort nach Erteilung der Freigabe dem weiteren Flugverkehr widmete. Aus diesen Gründen verzichtete sie zum Beispiel auf eine visuelle Verfolgung der Flugzeuge und die Beobachtung der Verkehrsentwicklung auf dem Bodenradar.

Besatzung der AT 45:

Beide Besatzungsmitglieder der AT 45 waren für die Wahrnehmung der Aufgabe lizenziert und qualifiziert. Sowohl die Gesamtflugerfahrung als auch die Erfahrung auf dem Muster begründeten einen hohen Erfahrungsstand.

Da die Aufzeichnung des Cockpit-Voice-Recorders (CVR) für die Untersuchung nicht zur Verfügung stand, war eine umfassende Analyse der Entscheidungsfindung und Zusammenarbeit im Cockpit nicht möglich.

Die Befragung der Besatzung und die aufgezeichneten Funkgespräche brachten deutlich zum Ausdruck, dass beide Piloten den startenden A 321 für das landende Flugzeug gehalten haben. Die Aufmerksamkeit war überwiegend auf das eigene Flugzeug und die Umsetzung der Freigabe durch die Fluglotsin konzentriert. Die anfliegende B 733 wurde nicht wahrgenommen.

Beide Piloten hatten sich vor dem Aufrollen auf die Piste 08R mit dem schwergängigen „condition lever“ beschäftigt. Die Problemlösung forderte damit von beiden Besatzungsmitgliedern Aufmerksamkeit.

Der Besatzung war bekannt, dass die Sichtmöglichkeit in Richtung des Endanfluges für die Piste 08R eingeschränkt war. Deshalb hatte der Kommandant das Flugzeug am Rollhalt leicht nach rechts ausgerichtet. Damit verbunden war die Erwartung, dass der Copilot den Endanflugbereich beobachten würde. Eine Feststellung des Copiloten, wie zum Beispiel „Endanflugbereich frei“ oder ähnlich, wurde vom Kommandanten nicht eingefordert und vom Copiloten eigenständig auch nicht getroffen.

Die Besatzung war den vierten Tag hintereinander im Einsatz. Nach Beginn des Dienstes um 11:40 Uhr hatten die Piloten zum Zeitpunkt des Ereignisses bereits zehn Stunden Arbeitszeit und vier Flugabschnitte (Legs) absolviert. Damit kann auch eine nachlassende Leistungs- und Wahrnehmungsfähigkeit einen Einfluss bei der Umsetzung der erteilten Flugverkehrskontrollfreigabe nicht ausgeschlossen werden.

Besatzung B 733:

Der Besatzung der B 733 wurde ca. zwei Minuten vor dem Aufsetzen mitgeteilt, dass die Freigabe für die Landung erst im kurzen Endteil (short final) erfolgen würde. Sie war auch informiert, dass vorher ein Flugzeug eine Startfreigabe erhalten sollte. Die Freigabe für die Landung wurde erst 17 Sekunden vor dem Aufsetzen erteilt. Die Besatzung war damit in dieser Phase voll auf den Landevorgang konzentriert.

Obwohl der am Rollhalt stehende A 321 und auch die AT 45 für die Piloten der B 733 im Endteil des Anfluges zu sehen waren, konnte die Besatzung davon ausgehen, dass die AT 45 zu warten hatte.

So wurde die Besatzung unmittelbar vor dem Aufsetzen spontan mit einer Situation konfrontiert, die sie nicht zu verantworten hatte, welche aber eine sekundenschnelle Entscheidung verlangte. Die in dieser Situation getroffene und umgesetzte Entscheidung hat wesentlich zur Vermeidung eines Unfalles beigetragen.

Da die Aufzeichnung des Cockpit-Voice-Recorders (CVR) für die Untersuchung nicht zur Verfügung stand, war eine umfassende Analyse der Entscheidungsfindung und Zusammenarbeit im Cockpit nicht möglich.

2.3 Spezifische Bedingungen zum Ereigniszeitpunkt

Verkehrsaufkommen:

Das Verkehrsaufkommen zum Zeitpunkt des Ereignisses wurde durch die Lotsin als mittel und normal komplex bewertet. Nach Auffassung der BFU erforderten die neun Luftfahrzeuge, die zum Zeitpunkt des Vorfalles auf der Kontrollfrequenz waren, eine zügige Abwicklung. Verzögerungen hätten zu einem Rückstau bei An- und Abflügen geführt.

Meteorologische Einflüsse:

Der Vorfall ereignete sich ca. 50 Minuten nach Sonnenuntergang (20:46 Uhr), d. h. die Luftraumbeobachtung aus dem Flugzeugführerraum der AT 45 vom CAT-1-Rollhalteort B4 auf die S/L-Bahn 08R geschah bei Dunkelheit. Wie die Versuche durch die BFU ergeben haben, konnte aus der Position der AT 45 ein bei Dunkelheit auf der Piste 08R vorbeierollendes Flugzeug nur sehr schwer als startend oder landend eingeordnet werden.

Die übrigen meteorologischen Bedingungen hatten keinen Einfluss auf das Ereignis.

Rollbahn B4:

Die Rollbahn B4 war aus planerischer Sicht als Schnellabrollbahn für die Piste 26L ausgelegt. Obwohl die Nutzung der Rollbahn per Betriebsanordnung (BAO) explizit für Startvorgänge erlaubt war, wurde mit dieser Festlegung nach Ansicht der BFU ein erhöhtes Risiko akzeptiert. Durch den spitzen Winkel von ca. 30° zwischen Rollbahn B4 und der Piste war die Sicht nach rechts in den Anflugbereich der Piste 08R, insbesondere aus dem Cockpit eines Schulterdeckers, sehr eingeschränkt.

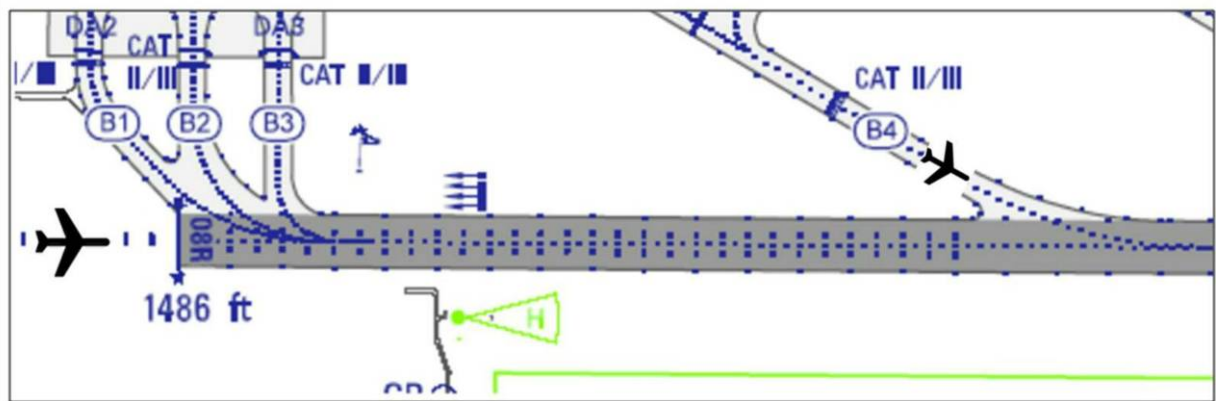


Bild 13 Einmündung der Rollbahn B4 auf die Piste 08R

Eine Risikoanalyse im Rahmen der Genehmigung des Flughafens sowie der Festlegung der Betriebsverfahren hat es in dieser Hinsicht nach Kenntnis der BFU nicht gegeben.

Die Markierung und Beschilderung war nach den Richtlinien des ICAO-Anhangs 14 und der Richtlinie des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) über die Markierung und Befeuern von Flughäfen ausgeführt.

2.4 Sicherheitsmechanismen

Im System Luftfahrt vorgesehene Sicherheitsmechanismen, die Fehler in der Entscheidungsfindung und Umsetzung von Handlungen durch Menschen sowie Fehler in technischen Systemen vermeiden oder auffangen sollen, hatten auf den Verlauf des Ereignisses der schweren Störung einen Einfluss.

2.4.1 Rollfeldüberwachungsradar (ASMR)

Das Rollfeldüberwachungsradar hatte die mit der Funktion Runway Incursion Monitoring (RIM) die Aufgabe eines zusätzlichen Sicherheitsnetzes. Fehler in der Erteilung und Umsetzung von Freigaben mit der Folge einer Runway Incursion hätten durch die Funktion RIM erkannt und als Alarm dargestellt werden müssen.

Die aufgezeichneten Daten des ASMR haben gezeigt, dass das System die gefährliche Annäherung auf der Piste 08R so rechtzeitig erkannt hatte, dass eine Korrekturmaßnahme durch die Fluglotsin möglich gewesen wäre.

Um 21:39:09 Uhr, 17 Sekunden vor der größten Annäherung der beiden Flugzeuge AT 45 und B 733, wurde vom System sowohl ein akustischer als auch ein optischer Alarm generiert wurde. Dieser Alarm bezog sich auf die AT 45 und die B 733 und wurde dementsprechend auf dem ASMR dargestellt. Kurz zuvor war ein Alarm generiert worden, der die B 733 und die abfliegende A 321 betraf.

Weder der optische noch der akustische Alarm waren für die Fluglotsin wahrnehmbar, da die Funktion RIM am ASMR ihres Arbeitsplatzes ausgeschaltet war.

Das System war abgeschaltet, weil nach Angaben von Fluglotsen die Anzahl von Falschalarmierungen und fehlerhaften Darstellungen inakzeptabel hoch gewesen sei. Die hohe Falschalarm- und Fehldarstellungsrate führte zu einer Verminderung der Vertrauenswürdigkeit des Systems durch die Fluglotsen. Aus Sicht der BFU war diese Bewertung der Systemzuverlässigkeit durch die Mitarbeiter des Flugsicherungsunternehmens nachvollziehbar, aber nicht akzeptabel.

Es gab bei der DFS-Niederlassung in München keine Betriebsanordnung, in der die Nutzung des ASMR und die Verwendung der Funktionen RIM geregelt wurden - dies war den jeweiligen Lotsen überlassen.

Die BFU teilt die Argumentation der Fluglotsin, dass sie bei eingeschaltetem RIM durch den Alarm akustisch und optisch auf die eingetretene Konfliktsituation aufmerksam geworden wäre. Das RIM-System war jedoch wegen der Unzuverlässigkeit ausgeschaltet.



Bild 14: Radaraufzeichnung 21:39:09 Uhr. RIM Alarmierung zwischen der AT 45 / B 733. Die B 733 befand sich im kurzen Endanflug und wurde kurze Zeit später auf dem Rollfeldradar sichtbar.

2.4.2 Regularien und Verfahrensanweisungen

Die Anwendung und Erteilung von Flugverkehrskontrollfreigaben war durch verschiedene Regularien und Verfahrensanweisungen standardisiert. Defizite bestanden hinsichtlich der konditionellen Freigabe.

Betriebsanweisung BA-FVK:

Als unmittelbare Verfahrensanweisung für die Fluglotsen galten die Festlegungen in der BA-FVK. Im Teil 3 der BA-FVK „Flugplatzkontrollverfahren“, nach denen die Flugverkehrslotsen die Flugplatzkontrolle durchzuführen hatten. Der Begriff „konditionelle Freigabe“ wurde unter diesem Abschnitt in der BA-FVK nicht verwendet.

Unter Punkt 333.3 wurden die Verfahren beschrieben, die anzuwenden waren, wenn das Luftfahrzeug zwar abflugbereit war, aber noch nicht für den Start freigegeben werden konnte, da noch ein anderes Luftfahrzeug zu beachten war.

Unter anderem war festgelegt, dass die Anweisung durch den Fluglotsen besonders klar und unmissverständlich abgefasst sein sollte und nur erteilt werden durfte, wenn der Lotse die beteiligten Luftfahrzeuge und andere Fahrzeuge beobachten und davon ausgehen konnte, dass der betroffene Luftfahrzeugführer den zu beachtenden Verkehr sah.

Es war weiterhin besonders darauf zu achten, dass der Luftfahrzeugführer diese Anweisungen korrekt zurückliest und die Auflagen einhält.

Eine Anweisung in der BA-FVK, die unter der Überschrift „Konditionelle Freigabe“ die Verfahren und Vorschriften für die Lotsen regelt, unter welchen Bedingungen konditionelle Freigaben anwendbar sind, existierte zum Zeitpunkt der Störung nicht.

In Gesprächen mit Fluglotsen gaben diese gegenüber der BFU an, dass konditionelle Freigaben auch für Luftfahrzeug- oder Fahrzeugbewegungen angewendet wurden, die nicht unter Punkt 333.3 aufgeführt waren. Dies betraf unter anderem auch Anweisungen, wie das Überqueren von Pisten in Abhängigkeit von Starts oder Landungen.

Die DFS hatte die Sprechfunkverfahren der ICAO, die unter Punkt 12.2.4 „Phraseologies“ im Doc 4444 ATM/501 veröffentlicht waren, in die BA-FVK Teil 8 „Sprechfunkverfahren“ übernommen.

ICAO Doc 4444:

Die Anwendung von konditionellen Freigaben war zum Zeitpunkt der Störung in den ICAO-Dokumenten Doc 4444 ATM/501 und Doc 9432-AN/925, 2nd Edition 1990, unter den Punkten „Sprechfunkverfahren“ festgelegt.

Im Abschnitt „Aerodrome Control Procedures“ des Doc 4444 ATM/501 waren die Anwendung von konditionellen Freigaben und die dafür erforderlichen Bedingungen nur in allgemeiner Form beschrieben.

Betriebsanordnung über die Nutzung des ASMR:

Es gab bei der DFS-Niederlassung in München keine Betriebsanordnung, in der die Nutzung des ASMR und die Verwendung der Funktionen RIM geregelt wurden; dies war den jeweiligen Lotsen überlassen.

2.5 Organisation

Die hohe Falschalarm- und Fehldarstellungsrate des Rollfeldüberwachungsradars insbesondere in Verbindung mit der Funktion RIM war dem Betreiber des Systems bekannt. Die betriebliche Freigabe des Systems war mit Hinweis auf diese Problematik erfolgt. Aus der Sicht der BFU war die Funktion RIM des ASMR operationell nicht nutzbar. Eine betriebliche Freigabe mit Hinweisen auf mögliche Falschalarme und Fehldarstellungen war für ein System, das als Sicherheitsnetz vorgesehen war, nicht sinnvoll.

Die Verfahrensbeschreibung für die Erteilung und Anwendung der konditionellen Freigabe in der BA-FVK war in Übereinstimmung mit den Empfehlungen im Doc 4444 der ICAO. Die Erkenntnis, dass die Beschreibung des Verfahrens in der BA-FVK nicht umfassend und präzise war, hat sich erst bei der Untersuchung des Ereignisses herausgestellt.

3. Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

- Die Besatzungen der AT 45 und B 733 waren ausreichend lizenziert und qualifiziert.
- Die Fluglotsin war ausreichend lizenziert und qualifiziert.
- Die konditionelle Freigabe wurde gewählt, um den Verkehrsfluss zu erhöhen.
- Die B 733 hatte eine Landefreigabe für die Piste 08R, auf der die AT 45 aufrollte.
- Die erteilte konditionelle Freigabe an die Besatzung der AT 45 konnte missverstanden werden.
- Die gewählte Phraseologie entsprach der Empfehlung der ICAO und den Sprechfunkverfahren der DFS.
- Die Verfahrensanweisung für konditionelle Freigaben war in der BA-FVK nicht umfassend und präzise formuliert.
- Der Standard für konditionelle Freigaben und dessen Anwendung im Doc 4444 der ICAO waren nicht umfassend und präzise formuliert.
- Die Lotsin hatte angenommen, dass die Besatzung der AT 45 den zu beachtenden Verkehr sah.
- Nach Erteilen der konditionellen Freigabe beobachtete die Lotsin die weitere Situation bezüglich der aufrollenden AT 45 und der landenden B 733 nicht.
- Die Besatzung der AT 45 konnte aufgrund der Position ihres Luftfahrzeuges zur Piste 08R den Endanflugbereich nur ungenügend einsehen.
- Eine Risikobewertung hinsichtlich der Nutzung des Rollweges B4 zum Aufrollen für Startvorgänge war im Rahmen der Genehmigung und Verfahrensfestlegung nicht vorgesehen.
- Die Besatzung der AT 45 verfolgte nicht bewusst den Sprechfunkverkehr zwischen der Platzkontrollstelle und den weiteren Flugzeugen.
- Es gab für die Lotsen keine allgemein gültige Betriebsanordnung für die Nutzung des ASMR mit der Funktion RIM.
- Die Funktion RIM des ASMR am Arbeitsplatz der Lotsin war abgeschaltet.

3.2 Ursachen

Die schwere Störung ist auf folgende Ursachen zurückzuführen:

Unmittelbare Ursachen:

- Die Kommunikation zwischen der AT 45 und der Platzverkehrskontrolle bezüglich der Erteilung und Anwendung einer konditionellen Freigabe war missverständlich.
- Die AT 45 rollte auf die für eine Landung freigegebene Piste 08R auf.
- Die Beobachtung des Anflugsektors 08 R durch die Besatzung der AT 45 war nur eingeschränkt möglich.
- Die im Rollfeldüberwachungsradar (ASRM) zur Verfügung stehende Alarmfunktion Runway Incursion Monitoring (RIM) war deaktiviert.

Systemische Ursachen:

- Die Verfahrensanweisung für die Erteilung und Anwendung der konditionellen Freigabe war nicht umfassend und präzise.
- Es wurde die Schnellabrollbahn B4 der Piste 26L als Rollweg zum Aufrollen für Startvorgänge auf der Piste 08R in Verbindung mit einer konditionellen Freigabe genutzt.
- Die Alarmfunktion RIM für die Anzeige von Runway Incursions war unzuverlässig und fehlerhaft.

4. Sicherheitsempfehlungen

Zur Vermeidung künftiger vergleichbarer Vorkommnisse hat die BFU folgende Sicherheitsempfehlungen herausgegeben:

Empfehlung Nr. 30/2004:

Die DFS Deutsche Flugsicherung GmbH sollte die in der Betriebsanweisung Flugverkehrskontrolle (BA-FVK), Teil 333.3 festgelegten Verfahren für konditionelle Freigaben überarbeiten, eindeutiger formulieren und als gesonderten Unterpunkt – Konditionelle Freigaben – in Teil 3 der BA-FVK aufnehmen.

Empfehlung Nr. 03/2007:

Die Deutsche Flugsicherung GmbH (DFS) sollte sicherstellen, dass Rollfeldüberwachungssysteme, die mit Konflikterkennung/–alarmierung ausgerüstet sind, zuverlässig anzeigen.

Die Empfehlung Nr. 30/2004 wurde durch die DFS Deutsche Flugsicherung GmbH umgesetzt.

Braunschweig, 10. Dezember 2008

Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung

Im Auftrag

Johann Reuß

Untersuchungsführer

5. Anlagen

Keine