

# Untersuchungsbericht

EX010-1-2/05  
Dezember 2006

## Identifikation

Art des Ereignisses: Schwere Störung  
Datum: 14. September 2005  
Ort: nahe Frankfurt/Main  
Luftfahrzeug: 1. Flugzeug  
2. Flugzeug  
Hersteller / Muster: 1. Gulfstream / G-V 2  
2. Boeing Comp. / Boeing 737-300  
Personenschaden: ohne Verletzte  
Sachschaden: Luftfahrzeug nicht beschädigt  
Drittsschaden: keiner  
Informationsquelle: Untersuchung durch BFU

## Sachverhalt

### Kurzdarstellung

Am 14. September 2005 kam es um 21:15<sup>1</sup> Uhr zur Annäherung von einer Gulfstream G-V und einer Boeing 737-300 mit einem horizontalen Abstand von 0,7 NM bei einem Höhenunterschied von 300 ft. Vorgeschrieben ist ein Mindestabstand von 5 NM oder 1000 ft.

### Ereignisse und Flugverlauf

Die Gulfstream befand sich auf einem Flug nach Instrumentenflugregeln (IFR) von Rotterdam nach Stuttgart. Um 21:11 Uhr wurde das Luftfahrzeug durch die zuständige Flugverkehrskontrollstelle (FVK),

Sektor FFML, zum Sinkflug auf Flugfläche (FL) 250 freigegeben:

21:11:52 "[Rufzeichen] descent flight level 2 5 0 with fifteen hundred or more"

21:11:57 "2 5 0, [Rufzeichen]"

Kurz darauf folgte die Anweisung, mit dem Sektor MAN Kontakt aufzunehmen.

21:12:02 "[Rufzeichen] contact Langen on [Frequenz], good bye"

21:12:06 "[Frequenz], good bye"

Um 21:12 Uhr meldete sich die Besatzung der Gulfstream bei Sektor MAN im Sinkflug auf FL150 und wurde vom zuständigen Fluglotsen identifiziert.

21:12:21 "Rhine control [Rufzeichen] out of twenty eight point five for flight level 150"

21:12:33 "Station calling Langen say again please"

21:12:36 "Ah yes that's [Rufzeichen] now out of two eight point one for 150"

21:12:43 "Hello [Rufzeichen], identified"

Um 21:15 Uhr stellte der Fluglotse eine Abweichung von der Freigabe fest, auf FL250 zu sinken. Er wies die Piloten an, wieder auf FL250 zu steigen, da sich Gegenverkehr in FL240 befand. Dies wurde von der Besatzung umgehend ausgeführt. Der Pilot der Gulfstream sagte später aus, er sei ursprünglich zum Sinkflug auf FL150 freigegeben gewesen. Weiter gab er an, den Gegenverkehr gesehen und vorsorglich den Autopiloten ausgeschaltet zu haben; das Kollisionswarnsystems (TCAS) habe eine Warnung (Traffic advisory; TA) ausgegeben. Allerdings sei keine Anweisung (Resolution advisory; RA) generiert worden.

<sup>1</sup> Alle angegebenen Zeiten, soweit nicht anders bezeichnet, entsprechen Ortszeit

Die Boeing 737 befand sich auf einem Linienflug von München nach Köln. Um 21:09 Uhr meldete sich die Besatzung bei dem Fluglotsen des Sektors MAN in Reiseflughöhe FL240. Um 21:14 Uhr forderte der für den Sektor MAN zuständige Fluglotse die Boeing 737 auf, den Sektor TAU zu rufen. Dies führten die Piloten aus. Knapp eine Minute später bemerkte der nun zuständige Fluglotse, dass sich Gegenverkehr im Sinkflug durch die Flughöhe der Boeing 737 befand. Er erteilte eine entsprechende Verkehrsinformation. Darauf meldete die Besatzung, die Anweisung von TCAS zum Steigflug sowie den Gegenverkehr in Sicht zu haben. Die aufgezeichneten Flugsicherungsradar-daten zeigten, dass die TCAS-Anweisung umgehend ausgeführt wurde.

Das Protokoll der Alarmfunktion des Flugsicherungsradars (STCA) zeigte, dass STCA von 21:15 Uhr bis 21:16 Uhr aktiviert war.

Der Flugweg der beiden Luftfahrzeuge kreuzte sich in einem Abstand von 0,7 NM horizontal und 300 ft vertikal. Beide Luftfahrzeuge setzten ihren Flug fort und landeten sicher auf den jeweiligen Zielflughäfen.

#### Angaben zum Luftfahrzeug

Die Boeing 737 war in Deutschland zugelassen. Die Besatzung stammte ebenfalls aus Deutschland. Das Flugzeug war mit einem TCAS ausgerüstet. Dieses zeichnet 16 Parameter auf, war betriebsbereit und funktionierte einwandfrei. Die Daten des TCAS-Computers standen für die Untersuchung zur Verfügung (siehe Anlage).

Die Gulfstream war in den Vereinigten Staaten von Amerika (USA) zugelassen. Die Besatzung stammte ebenfalls aus den USA. Nach Aussage des Piloten der Gulfstream war das Luftfahrzeug mit einem TCAS ausgestattet. Seinen Angaben zufolge war das TCAS eingeschaltet und schien einwandfrei zu funktionieren; *„both, before, during and after the event, the TCAS appeared to provide correct and appropriate indications of traffic. ... it was set to TA/RA ABOVE AND BELOW. ... when the TCAS generates a Traffic Alert, the range automatically changes to 5 mile range.“*

#### Funkverkehr

Der Funkverkehr wurde aufgezeichnet und stand für die Untersuchung zur Verfügung.

#### Flugdatenaufzeichnung

Die aufgezeichneten Flugsicherungsradardaten standen als Ausdruck zur Verfügung.

Die Boeing 737 war mit einem Flugdatenschreiber des Typs SSFDR der Firma Honeywell ausgerüstet. Dieser zeichnet 245 Parameter auf. Die Daten des Flugda-

tenschreibers standen für die Untersuchung zur Verfügung.

Flugdatenaufzeichnungen der Gulfstream standen zur Auswertung nicht zur Verfügung. Informationen über die Betriebsbereitschaft des TCAS standen in Form der Aussage des Piloten zur Verfügung.

#### Organisationen und deren Verfahren

Der Sektor FFML ist Teil der Flugsicherungskontrollstelle in Karlsruhe. Diese ist für den oberen Luftraum zuständig. Die Sektoren TAU und MAN sind in der Kontrollstelle Langen angesiedelt und für den unteren Luftraum zuständig. Als Grenze zwischen oberem und unterem Luftraum ist FL245 definiert. Der Sektor FFML liegt über den Sektoren MAN und TAU; Anlage1.

Die Übergabe eines Luftfahrzeuges von einem Sektor zu einem anderen erfolgt kurz vor Überflug der Sektorgrenze. Dabei befindet sich das Luftfahrzeug noch im Luftraum des abgebenden Sektors. Der annehmende Sektor übernimmt das Luftfahrzeug und lässt es in seinen Luftraum einfliegen. Unterschieden wird dabei zwischen horizontalen und vertikalen Sektorgrenzen.

Bei vertikalen Sektorgrenzen (die Sektoren liegen nebeneinander) ist der Überflug – und damit der Einflug in den nächsten Sektor – unvermeidlich. Bei horizontalen Sektorgrenzen (die Sektoren liegen übereinander) wird das Luftfahrzeug von dem Fluglotsen auf die der Sektorgrenze am nächsten gelegene Flughöhe freigegeben. Dann folgt die Anweisung, den anderen Sektor zu rufen. Dieser weist dem Luftfahrzeug eine neue Flughöhe in seinem Sektor zu. In beiden Fällen regeln schriftliche Absprachen zwischen den Sektoren die Bedingungen für die Übergabe.

#### Zusätzliche Informationen

Gemäß Nfl I – 258/05 § 7 Abs. 5 und AIP GEN 3.4-10 hat ein Luftfahrzeug, welches nach IFR betrieben wird und von einem Flugsicherungssektor zu einem anderen übergeben wird, beim Einleitungsanruf dem neuen Sektor stets sein Rufzeichen und die aktuelle Flughöhe anzugeben. Befindet es sich im Steig- oder Sinkflug, ist außerdem die freigegebene Flughöhe anzugeben.

## Beurteilung

Bei der Annäherung der beiden Luftfahrzeuge wurde die vorgeschriebene Staffelung von 5 MN lateral bzw. 1000 ft vertikal mit 0,7 NM und 300 ft deutlich unterschritten. Der geringe Abstand ließ eine gefährliche Situation entstehen.

Die Gulfstream wurde von dem Sektor FFML angewiesen, ihre Reiseflughöhe zu verlassen und mit einer Geschwindigkeit von 1500 ft/min auf FL 250 zu

sinken. Danach übergab der Lotse vom Sektor FFML das Luftfahrzeug im Sinkflug an den Sektor MAN. Vermutlich verwechselte der Pilot der Gulfstream die Zahlen der Sinkflugfreigabe (FL250), mit denen der Bedingung für den Sinkflug (Sinkgeschwindigkeit 1500 ft/min oder mehr – „*fifteen hundred or more*“). Daraus entstand wahrscheinlich die Auffassung auf FL150 sinken zu dürfen. Den Abschriften des Funkverkehrs zufolge wurde zu keiner Zeit der Gulfstream eine Sinkflugfreigabe auf FL150 erteilt. Der Pilot meldete sich nun bei dem Sektor MAN. Er wendete dabei nicht das vorgeschriebene Sprechfunkverfahren an. Er benutzte das nicht richtige Rufzeichen für die Bodenfunkstelle („Rhein Control“ anstatt „Langen Radar“). Dann übermittelte er die aktuelle Höhe als zweistellige Kommazahl (28,5). Es folgte die Angabe der Höhe, bis zu der er sinken wollte. Dabei verwendete er das Wort „for“; dies ist leicht mit der Zahl 4 (engl. four) zu verwechseln. So entstand ein für den Fluglotse im ersten Moment nicht zu verstehender Funkspruch aus nicht richtigem Rufzeichen und einer Reihe von Zahlen. Als der Lotse nachfragte, wer gerufen habe, meldete der Pilot der Gulfstream sich wieder. Diesmal ohne das Rufzeichen erneut zu nennen, wiederholte aber die aktuelle („28,5“) und die freigegebene Höhe („1500“). Die Abweichung von der ursprünglichen Freigabe zum Sinkflug auf FL250 bemerkte der Fluglotse nicht. Er erwartete jedoch auf Grund der Übergabeabsprachen zwischen den Sektoren, dass der Sinkflug in FL250 beendet würde. Somit verifizierte er die Flughöhe auch nicht weiter. Der Pilot der Gulfstream konnte deshalb davon ausgehen, auf FL150 sinken zu dürfen.

Die Anweisungen vom Sektor FFML an die Besatzung der Gulfstream zum Sinkflug mit einer Beschränkung der Sinkrate war eine Mehrfachanweisung, die auch zu der Verwechslung der freigegebenen Flughöhe beigetragen haben kann.

Zu diesem Zeitpunkt befand sich die Boeing 737 in FL240 nahezu auf Gegenkurs zu der Gulfstream. Die Absprache zur Übergabe von Luftfahrzeugen vom Sektor FFML an den Sektor MAN sah vor, dass der Fluglotse des Sektors FFML die Luftfahrzeuge auf die niedrigste Flughöhe freigibt – in dem Fall FL250. Dann erfolgt der Funkfrequenzwechsel. Der Fluglotse im Sektor MAN weist dem Luftfahrzeug dann eine neue, tiefere Flughöhe zu und lässt es somit in seinen Sektor einfliegen. Der Fluglotse erwartete also, dass die Gulfstream nur bis FL250 freigegeben war und ihren Sinkflug entsprechend beenden würde. Daher sah er keinen weiteren Grund die Boeing 737 auf seiner Frequenz zu behalten. Der Fluglotse wies die Besatzung der Boeing 737 an, den Sektor TAU zu rufen.

Eine halbe Minute später bemerkte der Fluglotse des Sektors MAN, dass die Gulfstream ihren Sinkflug nicht in FL250 beendet hatte, sondern weiter sank. STCA generierte ebenfalls einen Alarm auf dem Radarbild-

schirm des Fluglotsen. Er wies die Besatzung der Gulfstream sofort an, den Sinkflug zu beenden und wieder auf FL250 zu steigen. Die Besatzung setzte diese Anweisung unverzüglich um. Allerdings befand sich die Gulfstream zu diesem Zeitpunkt schon unter der Flughöhe der Boeing 737. Der folgende Steigflug der Gulfstream führte bei der Boeing 737 zu einer Steigflug-Anweisung des TCAS.

Durch die STCA-Anzeige auf dem Radarbildschirm wurde der Fluglotse des Sektors TAU auf die Situation aufmerksam. Er erteilte sofort Verkehrsinformationen an die Besatzung der Boeing 737. Daraufhin meldete diese, den Verkehr in Sicht zu haben und der Anweisung von TCAS zum Steigen zu folgen.

Die Daten des TCAS-Computers der Boeing 737 lassen erkennen, dass die Gulfstream mit einem Mode-S Transponder ausgerüstet war. In dem Auszug sind jedoch keine Hinweise über eine Kommunikation zwischen den beiden TCAS-Computern zu finden. Ferner lässt der Wortlaut „*Traffic Advisory Mode C Intruder*“ den Schluss zu, dass die Anweisungen des TCAS-Computers der Boeing 737 nur auf Grund der Höheninformation des Transponders der Gulfstream generiert wurden. Dies wiederum deutete auf ein offenbar nicht einwandfrei funktionierendes TCAS der Gulfstream hin.

## Schlussfolgerungen

### Befunde

Vermutlich verwechselte der Pilot der Gulfstream die Zahlen der Sinkflugfreigabe (FL250) mit denen der Bedingung für den Sinkflug (Sinkgeschwindigkeit 1500 ft/min oder mehr – „*fifteen hundred or more*“). Daraus entstand die Auffassung auf FL150 sinken zu dürfen.

Die Abweichung von den Verfahren zur Übermittlung von Zahlen und Flughöhen ließ eine nicht verständliche Funkmeldung entstehen. Dadurch nahm der Fluglotse die Verwechslung von FL250 und FL150 nicht wahr. Außerdem erwartete er auf Grund der Absprachen zwischen den beiden Flugsicherungssektoren, dass die Gulfstream ihren Sinkflug in FL250 beenden würde.

Die vorgeschriebene Staffelung von 5 MN lateral bzw. 1000 ft vertikal wurde mit 0,7 NM und 300 ft deutlich unterschritten.

## Ursache

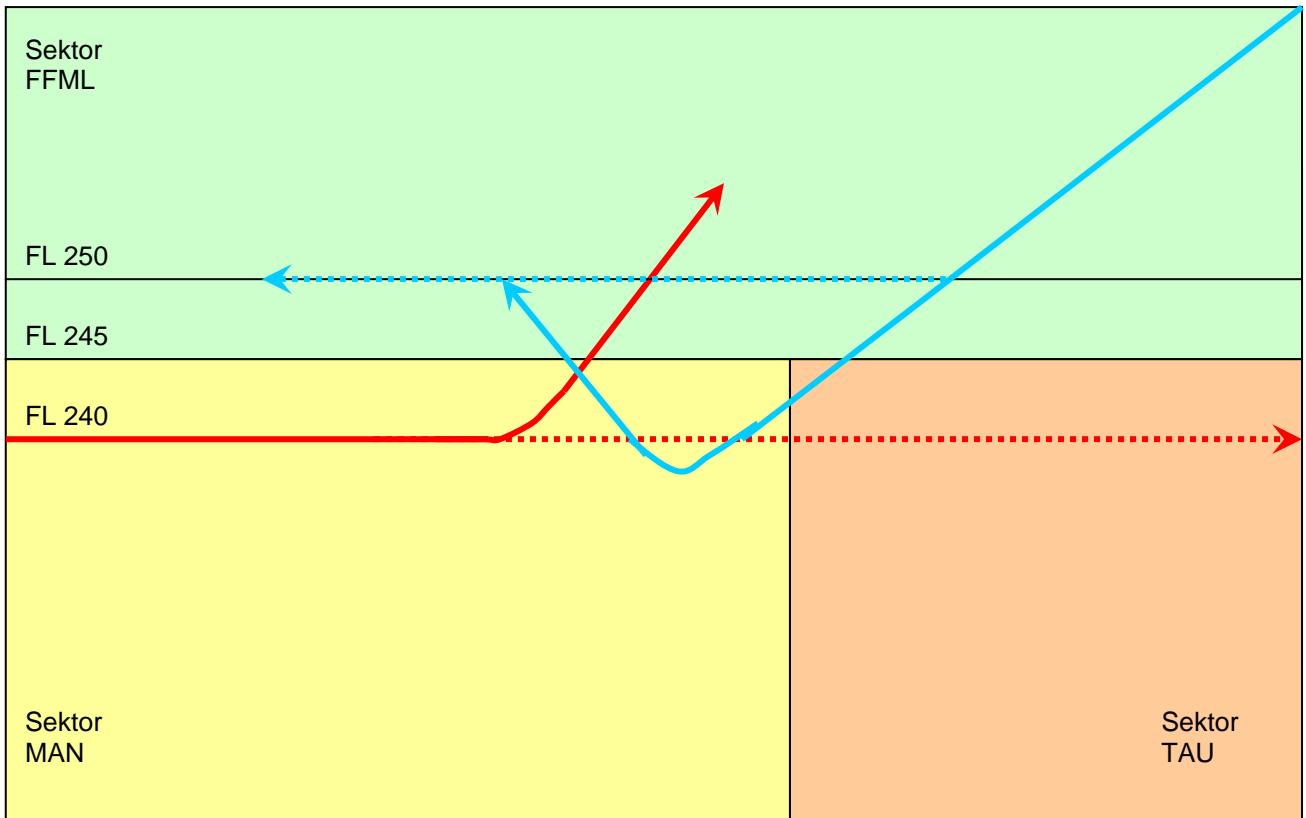
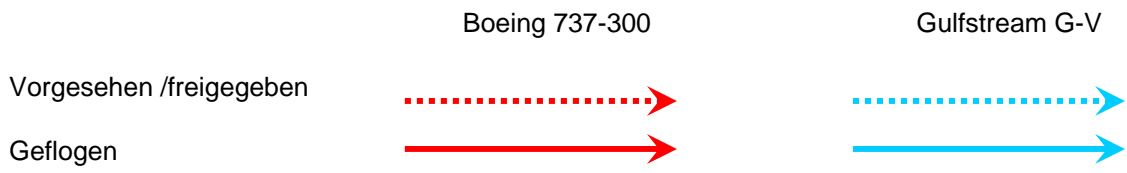
Aufgrund fehlerinduzierender Kommunikation zwischen der Besatzung und der Flugsicherung setzte die Gulfstream ihren Sinkflug unter die freigegebene Flughöhe fort.

Dazu beigetragen hat die Abweichung von den standardisierten Funksprechgruppen der Internationalen Zivilluftfahrt Organisation (ICAO).

Untersuchungsführer	Hohensee
Mitwirkung	Reuß, Severin

Anlage 1

Skizze der Flugwege in der Seitenansicht:



## Anlage 2

Gekürzter Auszug aus dem Speicher des TCAS – Computer der B737-300

Rel. Time sec.	Intruder					Own		TCAS	
	Range NM	Range rate NM/Hr (=kt)	Altitude ft	C/D rate ft/min	Rel. Bearing Deg	Altitude ft	C/D rate ft/min	Advisory	RA for this intruder
94	13,22	-822	24.576	-1545	022	24.000	6	No	
96	12,75	-820	24.512	-1507	022	24.000	0	No	
98	12,31	-820	24.448	-1503	024	24.000	-13	No	
100	11,81	-819	24.384	-1871	025	24.000	3	No	
102	11,41	-815	24.320	-1773	027	24.000	-3	No	
104	10,94	-817	24.320	-1627	025	24.000	20	Traffic Advisory Mode C Intruder	
106	10,47	-813	24.256	-1518	027	24.000	40	Traffic Advisory Mode C Intruder	
108	10,03	-813	24.192	-1488	027	24.000	23	Traffic Advisory Mode C Intruder	
110	9,59	-810	24.128	-1908	027	24.000	37	Traffic Advisory Mode C Intruder	
112	9,09	-810	24.064	-1751	027	24.000	19	Traffic Advisory Mode C Intruder	
114	8,69	-806	24.000	-1616	027	24.000	-2	Traffic Advisory Mode C Intruder	
116	8,25	-801	24.000	-1091	028	24.000	-52	Traffic Advisory Mode C Intruder	
118	7,8	-801	23.936	-1091	028	24.000	-46	Traffic Advisory Mode C Intruder	
120	7,36	-794	23.936	-1020	028	24.000	-79	Traffic Advisory Mode C Intruder	
122	6,91	-794	23.872	-695	028	23.936	-60	Traffic Advisory Mode C Intruder	
124	6,48	-794	23.872	-464	027	23.936	-24	Traffic Advisory Mode C Intruder	
125	6,27	-792	23.872	-316	027	23.936	0	Resolution Advisory	Climb
127	5,83	-792	23.936	0	028	24.000	23	Resolution Advisory	Climb
129	5,38	-787	23.936	315	028	23.936	-36	Resolution Advisory	Climb
131	4,94	-783	24.000	1113	028	24.000	301	Resolution Advisory	Climb
133	4,52	-783	24.000	1140	030	24.000	817	Resolution Advisory	Climb
135	4,09	-778	24.064	1773	031	24.064	1372	Resolution Advisory	Climb
137	3,64	-771	24.128	1717	031	24.128	1747	Resolution Advisory	Climb
139	3,2	-766	24.192	2062	034	24.192	2385	Resolution Advisory	Climb
141	2,81	-761	24.256	1833	035	24.320	2932	Resolution Advisory	Climb
143	2,4	-757	24.320	1957	037	24.448	3165	Resolution Advisory	Climb
145	1,98	-748	24.384	1770	041	24.512	3247	Resolution Advisory	Climb
147	1,55	-736	24.448	1893	045	24.640	3247	Resolution Advisory	Climb
149	1,19	-717	24.512	1766	053	24.768	3352	Resolution Advisory	Climb
151	0,82	-675	24.576	1920	070	24.896	3375	Resolution Advisory	Climb
153	0,55	-583	24.640	1792	100	25.024	3307	Resolution Advisory	Climb
155	0,46	-349	24.704	1882	139	25.088	3202	Resolution Advisory	Climb
157	0,66	33	24.768	1762	165	25.216	3172	Resolution Advisory	Climb
158	0,84	245	24.768	1687	172	25.216	3142	Traffic Advisory Mode C Intruder	
160	1,3	639	24.832	1548	181	25.344	2977	Traffic Advisory Mode C Intruder	
162	1,82	924	24.896	1488	184	25.472	2812	Traffic Advisory Mode C Intruder	
164	2,32	1086	24.896	1061	186	25.536	2385	Traffic Advisory Mode C Intruder	
166	2,81	1146	24.960	871	188	25.600	1833	Proximity	
168	3,28	1132	24.960	768	190	25.600	1218	Proximity	
170	3,88	1132	24.960	768	190	25.600	643	Proximity	