

Untersuchungsbericht

1X001-0/00
Juli 2002

Sachverhalt

Art des Ereignisses: Unfall
Datum: 24. Oktober 2000
Ort: Blumberg
Luftfahrzeug: Flugzeug
Hersteller/ Muster: Beech Aircraft Corporation /
Beech 300
Personenschaden: 4 Personen getötet
Sachschaden: Luftfahrzeug zerstört
Drittschaden: Forstschaden

Untersuchungsbericht

1X001-0/00
Juli 2002

Sachverhalt

Art des Ereignisses: Unfall
Datum: 24. Oktober 2000
Ort: Blumberg
Luftfahrzeug: Flugzeug
Hersteller/ Muster: Beech Aircraft Corporation /
Beech 300
Personenschaden: 4 Personen getötet
Sachschaden: Luftfahrzeug zerstört
Drittschaden: Forstschaden

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
Kurzdarstellung	5
1. Sachverhalt	6
1.1 Ereignis und Flugverlauf	6
1.2 Personenschaden	8
1.3 Schaden am Luftfahrzeug	8
1.4 Drittschaden	8
1.5 Angaben zu Personen.....	9
1.5.1. Verantwortlicher Luftfahrzeugführer (Kommandant).....	9
1.5.2. Zweiter Luftfahrzeugführer	10
1.5.3. Flugvermessungsingenieur (Messingenieur)	11
1.6 Angaben zum Luftfahrzeug	12
1.7 Meteorologische Informationen.....	13
1.7.1 Flugwetterberatung	13
1.7.2 Wetterlage	13
1.7.3 Wetter am Unfallort	14
1.7.4 Wetter am Verkehrslandeplatz Donaueschingen.....	14
1.8 Navigationshilfen	15
1.9 Funkverkehr	15
1.10 Angaben zum Flugplatz	15
1.11 Flugdatenaufzeichnungen.....	15
1.12 Unfallstelle und Feststellungen am Luftfahrzeug	15
1.13 Medizinische und pathologische Angaben.....	16
1.14 Brand.....	16
1.15 Überlebenschancen.....	16
1.16 Versuche und Forschungsergebnisse.....	16
1.17 Organisation und deren Verfahren.....	16
1.17.1 Genehmigung und Organisation des Unternehmens.....	17
1.17.2 Wechselverfahren IFR/VFR laut FBH	17
1.17.3 Verfahren im Cockpit.....	18
1.17.4 Schulung und Training	18
1.17.5 Dienstzeitenregelung	18
1.18 Zusätzliche Informationen	19
1.18 Besondere Untersuchungstechniken	19
2. Beurteilung	20
2.1 Allgemein.....	20
2.2 Flugweg.....	20
2.3 Human Factors (Menschliche Faktoren)	22
2.3.1 Verantwortlicher Luftfahrzeugführer (Kommandant).....	22
2.3.3 Schnittstelle „Kommandant – Besatzung“	23
2.3.4 Schnittstelle „Kommandant – Flugzeug“	24

2.3.5	Schnittstelle „Besatzung – Software“	25
2.3.6	Schnittstelle „Kommandant - Umgebungsbedingungen“	26
3.	Schlussfolgerungen	27
3.1	Befunde	27
3.2	Ursachen	30
4.	Sicherheitsempfehlungen	30
5.	Anlagen	32

Abkürzungen

ACC Zürich	Flugverkehrskontrollzentrale Zürich
ADI	Künstlicher Horizont
AOC	Luftverkehrsbetreiberzeugnis
ATPL	Luftfahrerschein für Verkehrsflugzeugführer
BKN	5-7 Achtel Bewölkung
CCC	Crew Coordination Concept
CPL	Luftfahrerschein für Berufsflugzeugführer
CRM	Cockpit Resource Management
CVR	Führerraumtonaufzeichnungsgerät
DFS	Deutsche Flugsicherungs GmbH
DGPS	Differential Global Positioning System
DME	Entfernungsmesssystem
EFIS	Bildschirmsystem im Cockpit
EMZ	Ergänzende Musterzulassung
FBH	Flugbetriebshandbuch
FBL	Flugbetriebsleiter
FCIS	Cockpitinformationssystem
FDR	Flugdatenschreiber
FIS	Flugvermessungssystem
FL	Flugfläche
FMS	Flugmanagementsystem
GAFOR	Gebietswettervorhersage für die Allgemeine Luftfahrt

GPWS	Bodenannäherungswarngerät
HSI	Kursanzeigeinstrument
IFR	Instrumentenflugregeln
JAR-OPS 1	Bestimmungen der Joint Aviation Authorities (JAA) über die gewerbsmäßige Beförderung von Personen und Sachen in Flugzeugen
LuftBO	Betriebsordnung für Luftfahrtgerät
LuftPersV	Verordnung über Luftfahrtpersonal
LuftVG	Luftverkehrsgesetz
LuftVZO	Luftverkehrs-Zulassungs-Ordnung
MFD	Multifunktionsbildschirm
ML	Verantwortlicher für die Durchführung des Flugvermessungsauftrags
MRVA	Radarführungsmindesthöhe
MSA	Sichere Mindesthöhe beim Anflug
MSL	Höhe über Meeresspiegel
NDB	ungerichtetes Funkfeuer
OCA	Hindernisfreihöhe über Meereshöhe
OVC	8-Achtel Bewölkung
PF	Luftfahrzeugführer am Steuer
PNF	nicht steuernder Luftfahrzeugführer
TBH	Technisches Betriebshandbuch
VFR	Sichtflugregeln

Kurzdarstellung

Die Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung (BFU) wurde am 24. Oktober 2000 um 18:12 Uhr¹ von der Deutschen Flugsicherungs GmbH über den Unfall mit einer Beech 300 im Anflug auf den Verkehrslandeplatz Donaueschingen/Villingen (Donaueschingen) informiert. Zwei Mitarbeiter der BFU nahmen noch am gleichen Tage vor Ort die Untersuchungen auf.

Das Flugzeug war als Vermessungsflugzeug für den Nachweis der Funktionstüchtigkeit und der Toleranzen der NDB- und DME-Bodenanlage auf dem Verkehrslandeplatz Donaueschingen eingesetzt. Nach Abschluss des Messprogramms war eine Landung in Donaueschingen geplant. Der Anflug wurde in einer Position südöstlich des Platzes in einer Entfernung von ca. 25 NM in FL 100 begonnen. Zu diesem Zeitpunkt wurde das Flugzeug durch das Area Control Center (ACC) Zürich geführt. Vor Erreichen der Minimum Radar Vectoring Altitude (MRVA), die für das Fluggebiet mit 6400 ft angegeben war, wurde die Durchführung des Fluges nach Instrumentenflugregeln (IFR) aufgehoben. Nach Sichtflugregeln (VFR) fliegend, drehte das Flugzeug zunächst auf einen westlichen Steuerekurs und begann einen Sinkflug. Nach ca. 1 Minute wurde eine Rechtskurve eingeleitet, die das Flugzeug auf die verlängerte Anfluggrundlinie der Piste 36 führte. Unmittelbar nach Beendigung dieser Kurve prallte das Flugzeug in einer Höhe von 2700 ft MSL gegen einen quer zur Flugrichtung verlaufenden, bewaldeten Höhenzug nördlich der Ortschaft Blumberg. Bei dem Unfall wurden beide Flugzeugführer und beide Flugvermessungsingenieure getötet.

Der Unfall, bei dem das Flugzeug im VFR-Endanflug kontrolliert gegen einen bewaldeten Höhenzug flog, ist darauf zurückzuführen, dass

- ein Flugregelwechsel von IFR nach VFR durchgeführt wurde, obwohl die Voraussetzungen dafür nicht gegeben waren und
- der Sinkflug bei ungenügenden Sichtverhältnissen fortgesetzt wurde.

Beitragend zu den Ursachen war, dass

- kein „Approach Briefing“, keine „Call Outs“ und keine „Approach Checkliste“ benutzt wurden,
- der zweite Luftfahrzeugführer verfahrensmäßig in Arbeitsabläufe und Entscheidungsfindungen nicht mit eingebunden wurde,
- für den Anflug Navigationsdaten aus dem ausschließlich für Flugvermessungszwecke vorgesehenen Flight Management System (FMS III) verwendet wurden,
- durch den Messingenieur Navigationshilfe geleistet wurde.

1) Alle angegebenen Zeiten, soweit nicht anders bezeichnet, entsprechen Mitteleuropäischer Sommerzeit, MESZ

1. Sachverhalt

1.1 Ereignis und Flugverlauf

Das Unternehmen hatte den Auftrag, das am Verkehrslandeplatz Donaueschingen errichtete Mittelwellenfunkfeuer DVI (NDB) sowie die Entfernungsmessanlage DON (DME) zu vermessen. Die vierköpfige Besatzung übernahm das speziell für Flugvermessungen ausgerüstete Flugzeug am 23. Oktober am Heimatflughafen Braunschweig. Der Einsatzauftrag für die Woche sah zunächst periodische Vermessungen von Navigationsanlagen in Neuburg und München vor. Danach war am 24. Oktober die Erstvermessung der NDB/DME Bodeneinrichtungen in Donaueschingen geplant. Nach anschließender Prüfung einer Anlage in Memmingen war für den 25. Oktober ein Rückflug nach Braunschweig vorgesehen.

Aus Wettergründen wurde die Vermessung in Memmingen vorgezogen. Das Flugvermessungsflugzeug traf am 24. Oktober um 12:03 Uhr aus Memmingen kommend in Donaueschingen ein. Aufgrund der Wetterlage wurde der Beginn des Flugmessprogramms auf den Nachmittag verlegt. Nach einem Mittagessen wurde der geplante Flug vorbereitet und mit dem für die Betreuung der Navigationsanlagen zuständigen Techniker besprochen. Dabei wurden nach Aussage des Technikers in Zusammenarbeit mit dem verantwortlichen Luftfahrzeugführer (Kommandanten), insbesondere die Hindernisse mit Hilfe einer geografischen Karte besprochen.

Um 14:32 Uhr startete das Flugzeug in Donaueschingen nach Sichtflugregeln (VFR). Nach dem Start erfolgte die Kontaktaufnahme mit Zürich ACC für einen Flugregelwechsel nach Instrumentenflugregeln (IFR). Der weitere Flug für die Durchführung des Flugmessprogramms erfolgte unter der Kontrolle von Zürich ACC. Zur Erstflugvermessung der Navigationseinrichtungen wurden zunächst mehrere Anflüge entsprechend dem Entwurf der Veröffentlichung des NDB/DME – Instrumentenanflugverfahrens durchgeführt. Die hierfür durch die Flugsicherungsorganisation erstellte Anflugkarte lag der Besatzung vor (Anlage 4). Nach den An- und Abflügen wurden zur Feststellung der Reichweite und Genauigkeit Kreise in einem Abstand von 10 und 25 NM in 4500 ft MSL und Flugfläche 100 (FL 100) um die Antennen geflogen. Der Kreisflug in 4500 ft MSL wurde nach VFR geflogen. Nach den aufgezeichneten Radardaten wurde der letzte Kreisflug um 16:19 Uhr in dem Abstand von 25 NM zur Antenne in FL 110 begonnen, nach 13 Minuten in FL 100 fortgesetzt und um 17:06 Uhr beendet (Anlage 2).

Nach den Aufzeichnungen des Cockpit Voice Recorders (CVR) diskutierte die Cockpitbesatzung ca. 3 bis 4 Minuten vor Beendigung des letzten Vollkreises mit den Messingenieuren über die aktuelle Position des Flugzeuges und den Beginn des Anfluges für die Landung in Donaueschingen. Die Frage um 17:03:40 Uhr von Zürich Radar „FLIGHTCHECKER FOUR ONE ONE; CONFIRM IN A LEFT TURN TO DONAUESCHINGEN“ wurde vier Sekunden später durch den Kommandanten mit „AH IN ABOUT TEN MILES“ beantwortet. Nach zwölf weiteren Sekunden war eine Anmerkung „NOCH DREI MEILEN“ zu hören. In der weiteren Diskussion kamen Aussagen wie „KANN DAS SEIN“, „DAS WEISS ICH JETZT NICHT, IST AUCH EGAL“. Um 17:04:30 Uhr sagte der Kommandant, der auch Flugzeugführer am Steuer war, „LAUT DEINER DIGITALEN ANZEIGE HABEN WIR NOCH 4,3 MEILEN“. Der Messingenieur antwortete mit „JA DANN STIMMT DAS AUCH SO“. Um 17:05:05 Uhr fragte der Luftfahrzeugführer den Messingenieur „KÖNNEN WIR RUM“. Nach „NOCH NICHT GANZ“ erklärte der Messingenieur um 17:05:29 Uhr „WIR KÖNNEN JETZT“. Die anschließende Frage vom Luftfahrzeugführer „OKAY KÖNN WA JA“ wurde vom Messingenieur mit „JOAH“ bestätigt.

Mit der Freigabe „FLIGHT CHECKER FOUR ONE ONE ROGER CONTINUE TO DONAUESCHINGEN MAINTAIN LEVEL ONE ZERO ZERO FOR THE TIME BEING“ um 17:05:57 Uhr durch Zürich Radar wurde der Anflug auf Donaueschingen begonnen. Der Kommandant bat den Messingenieur unmittelbar nach der Freigabe „JA DU KANNST SCHON MAL DEN APPROACH DRAUFSCHEISSEN JA“. Der Messingenieur erfüllte die Bitte mit der Darstellung des Anflugweges auf dem Bildschirm im Cockpit. Nach einer Beratung über einen möglicherweise noch kürzeren Weg erklärte der Kommandant „SO DEN KANN ICH JETZT DRAUFHAUEN JETZT JA“. Der Messingenieur bestätigte mit „DEN KANNSTE JETZT DRAUFHAUEN JA“.

Bis 17:08:26 Uhr flog das Flugzeug laut Radaraufzeichnung konstant in FL 100, danach wurde ein Sinken registriert. Um 17:09:27 Uhr befand sich das Luftfahrzeug in FL 95.

Nach einer vom Radarlotsen angewiesenen Kursänderung auf 360 Grad gab es zwischen dem Messingenieur, dem Kommandant und dem zweiten Luftfahrzeugführer eine kurze Diskussion über den Sinn der Kursänderung. Gleich danach, um 17:11:50 Uhr, erteilte Zürich Radar die Freigabe für den direkten Kurs auf Donaueschingen NDB.

Mit dem Hinweis von Zürich Radar „JA THIS IS THE LOWEST IFR LEVEL“ bat der Kommandant den Messingenieur „SO DANN GIB MIR MAL DEN APPROACH UND DEN DESCENT MAL UND DANN GEHEN WIR RUNTER, SONST KOMMEN WIR NIE HIN“. Der Messingenieur leistete daraufhin die geforderte Navigationshilfe mit der Bemerkung „JA JA, KOORDINIERE ICH FÜR DICH ZEHN MEILEN, WENN NICHT, ICH KANN ABER NOCH `N BISSCHEN VERKÜRZEN AUF SECHS.“

Um 17:13:00 Uhr wurde die Durchführung des Fluges nach Instrumentenflugregeln aufgehoben. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt auf westlichem Kurs in FL 67 (Anlage 3). Nach Verlassen der Frequenz von Zürich Radar wurde Funkkontakt mit dem Turm Donaueschingen aufgenommen. Der zweite Luftfahrzeugführer führte jetzt den Sprechfunkverkehr mit dem Turm in deutscher Sprache. Auf den Funkspruch „JA WIR KOMMEN ZUR LANDUNG VON OSTEN UND ACHT MEILEN“ antwortete der Flugleiter in Donaueschingen mit der Wetterinformation „JA VERSTANDEN, WIE GESAGT EH RICHTUNG OSTEN SÜDOSTEN SIEHT ETWAS SCHLECHTER AUS WIE HIER AM PLATZ ABER WENN SIE HIER ÜBER DEN PLATZ KOMMEN MÜSSTE EIGENTLICH BESSER GEHEN DANN VOM NORDEN HER“.

Die Bemerkung oder Frage des zweiten Luftfahrzeugführers „EH MIT `N DIESER SPEED FLIEGEN WIR DIE PISTE EINS ACHT?“ wurde durch den Kommandant mit „NEIN FLIEGEN WIR NICHT DIE PISTE EINS ACHT, WIR FLIEGEN ERST NDB - / DME – VERFAHREN UND DANN DIE EINS ACHT.“ Die Antwort des zweiten Luftfahrzeugführers war „AH JA“. Der Kommandant vergewisserte sich daraufhin bei dem Messingenieur mit der Frage „NICHT, SO HAST DU DAS GEMACHT F.... (Name des Messingenieurs) ODER?“ (Anlage 4).

Etwa zwei Minuten nach der letzten Kursänderung fragte der Kommandant „WIE TIEF KÖNNEN WIR HIER EIGENTLICH RUNTERGEHEN JETZT?“ Der Messingenieur antwortete „JA DAS KANN ICH EUCH NICHT SAGEN. DA BIN ICH MOMENTAN ÜBERFRAGT“. Die Anmerkungen vom Kommandanten „AUF VIERTAUSEND GEHEN `WA MAL“ und „DENN WER MÜSSTE WANN IST DER APPROACH POINT BEI ACHT MEILEN NE“ wurden aus der Kabine mit „SCHAUT BITTE VORN BEI EUCH REIN, ICH KANN JA“ beantwortet. Darauf merkte der Kommandant an „ICH GUCKE. ICH FRAG JA DEN R. (Name des zweiten Luftfahrzeugführers), (Anlage 3).

Die Beantwortung der Frage durch den zweiten Luftfahrzeugführer mit den Worten „MIT DIESEN KOMMST DU ÜBERHAUPT, DU MUSST ÜBER DIE BAHN ERST RAUSGEHEN, WENN DU VON DIESES WILL ABFLIEGEN DU KOMMST DOCH VON“ wurde durch den Kommandanten kommentiert mit „JA JA NATÜRLICH IST JA AUCH IN ORDNUNG“.

Die Frage vom zweiten Luftfahrzeugführer „JA UND DENN?“ wurde mit „JA DANN TURNEN WIR EIN UND BEI ACHT MEILEN GEHEN WIR RUNTER, GUCK MAL.“ beantwortet.

Um 17:14:58 Uhr war von einem der Messingenieure „OH OH WARTET MAL, WARTET MAL ICH HAB WAS FALSCHES GEMACHT ENTSCHULDIGUNG ES KOMMT EIN NEUES“ zu hören. Der zweite Luftfahrzeugführer merkte dazu „HUNDERTACHTZIG GRAD VERKEHRT“ an, was wiederum mit Anmerkungen wie „JA JA WARTE“, „HAST RECHT HAST RECHT“, „JA DAHINTEN JA“ beantwortet wurde. Eine Zuordnung der Stimmen war an dieser Stelle auf dem Cockpit Voice Recorder nicht möglich. Nach diesen Anmerkungen sagte der zweite Luftfahrzeugführer „JA ABER ICH KANN DAS NICHT DURCHSETZEN“, was wiederum durch den Messingenieur „JA JA NATÜRLICH“ und dem Kommandan-

ten mit „NATÜRLICH KANNSTE DAS DURCHSETZEN, HAST ES DOCH DURCHGESETZT?“ beantwortet wurde. Daraufhin antwortete der zweite Luftfahrzeugführer „NEIN“.

Die Radaraufzeichnungen zeigten 17:15:35 Uhr eine Kursänderung in Richtung 360 Grad. Wenige Sekunden vorher waren vom Messingenieur die Aussagen „JA JA IST DOCH RICHTIG IHR HABT DOCH VÖLLIG RECHT“, HUNDERTNEUNUNDSIEBZIG BITTESCHÖN TO ..., „ZWEITAUSEND“ wahrzunehmen. Um 17:15:27 Uhr bemerkte der Kommandant „ABER HURTIG JETZT.“ und „JA SO GEHT'S AUCH SIEHSTE.“

Die folgende Bemerkung des Kommandanten „...GEFÄHRLICH WENN DER COPILOT MITDENKT DU“ wurde vom zweiten Luftfahrzeugführer mit „SOWIESO JETZT KOMMST DU VON DER ANDEREN RICHTUNG.“ beantwortet.

Der verantwortliche Luftfahrzeugführer bestätigte diese Aussage mit den Worten „JA DAS IST RICHTIG.“ und „WEIL WIR MACHEN DEN VISUAL APPROACH ANDERS RUM.“

Um 17:16:04 Uhr war vom Kommandanten „WIR MÜSSEN ERST MAL HIER RUNTER KOMMEN DA“ zu hören, was vom zweiten Luftfahrzeugführer mit „ABER NICHT ZU TIEF“ beantwortet wurde. Der Kommandant erklärte daraufhin „NEIN WIR GEHEN WIEDER AUF ZWOTAUSEND ÄH, SECHSHUNDERT DAS KENNEN WIR JA SCHON MITTLERWEILE.“

Nachdem der Höhenmesser um 17:16:20 Uhr auf 1024 hPa umgestellt wurde, gab der zweite Luftfahrzeugführer erneut zu bedenken „DU KOMMST VON DE ANDERE RICHTUNG.“

Mit „JA ICH WEISS ICH WEISS.“ bestätigte der Kommandant diese Bemerkung.

Als die Besatzung im Funksprechverkehr auf der Platzfrequenz Donaueschingen mithörte, dass ein anderes Luftfahrzeug sich zum Rollhalteort 18 bewegte, meldete der Kommandant „DIE FLIGHT CHECKER FOUR ONE ONE. WIR SIND IM ANFLUG OPPOSITE. BITTE BLEIBEN SIE NOCH UNTEN.“

Der Turm Donaueschingen antwortete danach „WENN SIE WOLLEN, KÖNNEN SIE AUCH RICHTUNG DREI SECHS REINDREHEN, WIND EIN SECHS NULL MIT FÜNF.“

Der Kommandant des Messflugzeuges bestätigte um 17:16:46 Uhr mit „OKAY DANN LANDEN WIR AUF DER DREI SECHS.“

Die Radarerfassung der Flugspur endete um 17:16:49 Uhr mit der Positionsangabe N 47 50'46'' und E 08 31'24''. Das Flugzeug prallte nördlich der Ortschaft Blumberg im kontrollierten Sinkflug gegen einen quer zur Flugrichtung laufenden Höhenzug.

1.2 Personenschaden

An Bord befanden sich zwei Luftfahrzeugführer, ein Messingenieur und ein Messingenieur in Ausbildung. Die vier Insassen wurden bei dem Unfall tödlich verletzt.

1.3 Schaden am Luftfahrzeug

Das Luftfahrzeug wurde zerstört.

1.4 Drittschaden

Es entstand Forstschaden.

1.5 Angaben zu Personen

1.5.1. Verantwortlicher Luftfahrzeugführer (Kommandant)

Alter und Geschlecht:	55 Jahre, männlich
Nationalität und Wohnsitz:	deutsch, in Deutschland
Art der Erlaubnis:	Berufsluftfahrzeugführer (CPL)
Berechtigungen:	Flüge nach IFR, Min. Entscheidungshöhe: 60 m Musterberechtigungen als verantwortlicher Flugzeugführer: <ul style="list-style-type: none">• einmotorige kolbengetriebene Landflugzeuge bis 2000 kg Höchstmasse,• Beech 65-90, 90, 99, 100, 200; Beech 300, 1900, B-300
Tauglichkeitsgrad:	Klasse 2; Auflage: Sehhilfe
Gesamtflugerfahrung:	ca. 12 000 Stunden Die Flugstunden auf dem Unfallmuster waren nicht feststellbar.
Flugzeiten auf dem Flugvermessungsflugzeug :	133 Stunden insgesamt, davon 35 Stunden Bereitstellungsflüge oder Rückflüge vom Einsatzort. 20 Stunden innerhalb der letzten 90 Tage, davon 4 Stunden am Vortag.

Der Luftfahrzeugführer war für das Luftfahrtunternehmen seit Dezember 1999 als Kommandant in freiberuflicher Form tätig. Für den Flug am 24.10.2000 war er als Mission Leader (ML) eingesetzt, d.h. ihm oblag die Gesamtverantwortung für die Durchführung des Flugvermessungsauftrags.

Im Dezember 1999 absolvierte er einen einstündigen Trainingsflug mit „Company Check“. Nach 32 Flugstunden als Kommandant unter Aufsicht erfolgte die Freigabe als Kommandant durch den Flugbetriebsleiter (FBL) und die Geschäftsführung des Unternehmens.

Das Unternehmen gab an, dass der Kommandant durch Gespräche mit den Messingenieuren und durch „training on the job“ in die Vermessungsaufgaben und die dafür notwendigen Koordinationen zwischen Cockpit- und Vermessungspersonal eingewiesen wurde.

Drei Flugzeugführer, die als Sachverständige bei Überprüfungsflügen für die Verlängerung der Musterberechtigung oder im Unternehmen mit dem verunfallten Luftfahrzeugführer geflogen waren, bestätigten ihm bei Nachfrage durch die BFU einen hohen fliegerischen Sachverstand und den Charakter des

„typischen“ Einhandfliegers. Es wurde auch gesagt, dass die Fähigkeit und Bereitschaft zur aktiven Zusammenarbeit im Cockpit wenig ausgeprägt war.

Die Ermittlungen durch die BFU ergaben, dass der Flugzeugführer zur gleichen Zeit für mindestens fünf Luftfahrtunternehmen in freiberuflicher Form gemeldet war. Überwiegend war er als alleiniger Luftfahrzeugführer eingesetzt. Keines der Unternehmen hat eine unternehmensübergreifende Flugdienst- und Ruhezeitenübersicht geführt.

1.5.2. Zweiter Luftfahrzeugführer

Alter und Geschlecht:	49 Jahre, männlich
Nationalität und Wohnsitz:	deutsch und russisch, in Deutschland
Art der Erlaubnis:	Verkehrsluftfahrzeugführer (ATPL)
Berechtigungen:	Flüge nach IFR, Min. Entscheidungshöhe: 60 m
	Musterberechtigungen:
	als verantwortlicher Flugzeugführer:
	<ul style="list-style-type: none">• einmotorige kolbengetriebene Landflugzeuge bis 2000 kg Höchstmasse,
	als zweiter Flugzeugführer:
	<ul style="list-style-type: none">• Beech 65-90, 90, 99, 100, 200; Beech 300, 1900, B-300,
Tauglichkeitsgrad:	Klasse 1; Auflage: Sehhilfe
Gesamtflugerfahrung:	ca. 10 850 Stunden
davon auf Antonow AN 24, AN 26:	ca. 10 500 Stunden (überwiegend als Kommandant)
Beech B 200:	24 Stunden als zweiter Luftfahrzeugführer
Flugvermessungsflugzeug Beech 300:	334 Stunden als zweiter Luftfahrzeugführer

Das Beiblatt „A 1“ zum Luftfahrerschein für Verkehrsluftfahrzeugführer (ATPL) wurde am 14.07.1999 durch das Luftfahrt-Bundesamt auf der Grundlage einer russischen ATPL ausgestellt. Voraussetzung hierfür war das Bestehen einer theoretischen Prüfung zur Anerkennung einer Erlaubnis/Berechtigung gemäß § 28 Luftverkehrs-Zulassungs-Ordnung (LuftVZO) in Verbindung mit § 15 der Verordnung über Luftfahrtpersonal (LuftPersV).

Im Rahmen der Vorbereitung absolvierte der Luftfahrzeugführer einen Lehrgang „Zusammenarbeit von Zwei-Mann-Flugbesatzungen“ mit Übungen auf einem Simulator für das Muster Boeing B 737 und abschließender Prüfung.

Der Nachweis über die praktische Einweisung als zweiter Luftfahrzeugführer auf einem mehrmotorigen Flugzeugmuster gemäß § 67 und § 68 LuftPersV wurde auf einem Flugzeug und Simulator des Musters Beech BE 20 am 23. 08.1999 abgeschlossen. Auch die Einweisung auf Beech 300 fand durch einen Einweisungsberechtigten des Luftfahrtunternehmens auf Simulator und Flugzeug statt. Abgeschlossen wurden diese Maßnahmen am 23.09.1999.

Das von dem Ministerium für zivile Luftfahrt in Russland ausgestellte Flugfunkzeugnis wurde am 29.04.1999 durch die Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post anerkannt. In dem Berechtigungszeugnis zur Anerkennung des Flugfunkzeugnisses war vermerkt, dass der Inhaber nur zur Ausübung des Sprechfunkverkehrs in englischer Sprache berechtigt war.

Der Luftfahrzeugführer wurde im Oktober 1999 im Luftfahrtunternehmen als Angestellter übernommen.

Aus dem Luftfahrtunternehmen wurde berichtet, dass der Flugzeugführer Defizite in der Anwendung der englischen Sprache im Funkverkehr hatte. Gleiches galt für die Umsetzung von Informationen aus Anflugkarten.

1.5.3. Flugvermessungsingenieur (Messingenieur)

Der Messingenieur war Diplom-Ingenieur der Fachrichtung Elektrotechnik mit einer zusätzlichen Ausbildung an der Flugsicherungsschule der Deutschen Flugsicherungs GmbH (DFS) in Langen.

Der Messingenieur verfügte über die Berechtigung für die Vermessung von NDB-/DME – Anlagen. Eine besondere Berechtigung für die Erstflugvermessung war für diesen Anlagentyp nicht vorgesehen.

Der zweite an Bord befindliche Messingenieur war in der Ausbildung.

1.6 Angaben zum Luftfahrzeug

Die Beech 300 (King Air) war ein zweimotoriges Flugzeug, das speziell für die Flugvermessung von Strecken- und Anflugnavigationsanlagen ausgerüstet war.

Hersteller:	Beech Aircraft Corporation
Muster:	Beech 300
Werknummer:	FA-104
Baujahr:	1986
Max. Abflugmasse:	6350 kg
Zwei Triebwerke:	PT6A-60
Hersteller:	Pratt & Whitney

Das Luftfahrzeug war ordnungsgemäß gewartet und zum Verkehr zugelassen.

Die Messeinrichtung bestand aus der Bord- und Bodenausrüstung. Die Bordausrüstung setzte sich zusammen aus dem Flugvermessungssystem (FIS), den Schnittstellen zum Cockpit, bestehend aus dem Cockpitinformationssystem (FCIS) und der Autopilotenankopplung, den Flugvermessungsantennen sowie dem Laserreflektor.

Die Bodenausrüstung umfasste das Lasertracker- und das Differential Global Positioning System (DGPS-System).

In der Flugzeugkabine waren für die Darstellung der Vermessungsinformationen zwei Farbbildschirme installiert. Für Dokumentationszwecke konnte der Bildschirminhalt als Kopie auf Papier ausgedruckt werden.

Das Cockpitinformationssystem und die Autopilotenkopplung dienten der Information und Unterstützung der Piloten bei den Vermessungsflügen. Unabhängig von der Primäravionik des Flugzeuges konnten damit auf den Sollflugweg des Referenzsystems bezogene Informationen dargestellt werden. Diese Informationen wurden durch ein drittes Flightmanagementsystem (FMS III) berechnet.

Die Darstellung im Cockpit erfolgte dabei durch Kreuzzeigerinformationen und Flaggen auf dem Bildschirm (EFIS) des links sitzenden Piloten. Umfangreichere Informationen, wie HSI-, ADI-Formate, Strecken-, Anflugkarten und Textformate, konnten auf dem EFIS-Multifunktionsdisplay (MFD) bereitgestellt werden. Das MFD war im mittleren Bereich des Cockpit-Panels angeordnet.

Das System war so ausgelegt, dass die Vermessung mit einer Besatzung, bestehend aus zwei Luftfahrzeugführern und einem Messingenieur, durchgeführt werden konnte. Zusätzlich war ein Trainingsplatz für einen weiteren Messingenieur eingebaut.

In Reichweite des verantwortlichen Luftfahrzeugführers war ein „FIS Power Switch“ zum Ein- bzw. Ausschalten des Flugermessungssystems installiert.

Das Flugvermessungsflugzeug war für Flüge nach Instrumentenflugregeln (IFR) ausgerüstet.

Zusätzlich war ein Bodenannäherungswarnsystem (Ground Proximity Warning System, GPWS) des Typs Sundstrand Mark VI eingebaut. Dieses System war aus technischer Sicht betriebsbereit, jedoch aufgrund nicht erteilter Musterzulassung deaktiviert.

Ein luftfahrttechnischer Betrieb hatte hierfür am 15. Juni 1999 die Zulassung auf der Grundlage eines ausländischen „Supplement Type Certificates“ beim Luftfahrt-Bundesamt beantragt. Die ergänzende Musterzulassung (EMZ) war zum Unfallzeitpunkt noch nicht erteilt. Die Musterzulassung für das GPWS wurde vom Luftfahrt-Bundesamt mit EMZ SA 1192 am 16.11.2000 erteilt.

1.7 Meteorologische Informationen

Zur Beschreibung der Wettersituation wurde vom Deutschen Wetterdienst (DWD) ein meteorologisches Gutachten erstellt.

1.7.1 Flugwetterberatung

Nach Angabe des DWD wurde durch die Besatzung am Unfalltag keine individuelle Flugwetterberatung für einen Vermessungsflug im Bereich des Verkehrslandeplatzes Donaueschingen eingeholt.

Von der Luftaufsicht am Verkehrslandeplatz Donaueschingen wurde am 24.10.2000 gegen 10:15 Uhr bei der Luftfahrtberatungszentrale Südwest eine Vorhersage über die zu erwartenden Flugwetterbedingungen im Raum Donaueschingen erbeten. Der Inhalt der Vorhersage wurde nicht an die Besatzung weitergegeben.

Eine Nachfrage bei der Geophysikalischen Beratungsstelle am Militärflugplatz Memmingen, wo vorher Vermessungsflüge durchgeführt wurden, ergab, dass auch hier eine schriftliche Wetterberatung mit entsprechender Gültigkeitsdauer nicht erteilt wurde. Der Luftfahrzeugführer nahm vor und nach dem Vermessungsflug mit Memmingen Kontakt auf, um sich über die Flugwetterbedingungen am Platz bzw. in Platznähe kundig zu machen. Ob eine Wetteranfrage für den Weiterflug nach Donaueschingen eingeholt wurde, konnte nicht mit Gewissheit gesagt werden, wurde aber von der Beratungsstelle als „anzunehmen“ beschrieben.

Die Gebietsvorhersage des DWD für die Allgemeine Luftfahrt (GAFOR) war am Unfalltag abrufbar. Diese Vorhersage galt für VFR-Flüge bis 10 000 ft MSL. Der Unfallort lag am südlichen Rand des GAFOR-Gebietes 62. Das GAFOR-Gebiet 62, das für den Zeitraum 14.00 Uhr bis 16.00 Uhr noch mit X-RAY eingestuft wurde, war zum Unfallzeitpunkt mit M5 eingestuft, was eine horizontale Sichtweite am Boden von 5 bis 8 km und Wolkenuntergrenzen (4/8 oder mehr) zwischen 500 ft und 1000 ft über der mit 3000 ft MSL festgelegten Bezugshöhe bedeutete.

1.7.2 Wetterlage

Am 24. Oktober 2000 lag Deutschland im Einflussbereich einer sich ostwärts verlagernden Kaltfront, die sich um 02:00 Uhr von einem Tiefdruckgebiet mit Kern über dem Nordmeer südwärts bis in den Norden Spaniens erstreckte. Während im Tagesverlauf auch die Mitte und Osthälfte Deutschlands auf die Rückseite gelangten, wurde die Kaltfront südlich der Donau im Zusammenhang mit der Entstehung eines

neuen Tiefdruckgebietes über dem Norden Spaniens rückläufig und lag um 17:00 Uhr etwa auf einer Linie Salzburg – Freiburg.

Mit Verlagerung der Kaltfront trat auch im Flugraum bis zum Mittag gebietsweise leichter Regen auf, der jedoch stellenweise schauerartig verstärkt war. Während in der Mitte und in der Osthälfte Deutschlands die Bewölkung im Tagesverlauf allmählich wieder auflockerte, trat südlich der Donau am Nachmittag noch stellenweise tiefe Stratus-Bewölkung auf.

1.7.3 Wetter am Unfallort

Aus den in dem Gutachten des DWD vorliegenden Daten wurden für den Raum Blumberg folgende Wetterbedingungen zum Unfallzeitpunkt abgeleitet:

Das Unfallgebiet lag noch im Einflussbereich einer Kaltfront, die südlich der Donau im Zusammenhang mit der Entstehung eines neuen Tiefdruckgebietes über Spanien rückläufig war.

Die horizontale Sichtweite am Boden lag im allgemeinen zwischen 8 km und 20 km, war jedoch zumindest stellenweise mit 2 km bis 5 km deutlich schlechter. Im Bereich der Unfallstelle (ca. 2700 ft MSL), an der zum infrage kommenden Zeitpunkt dichter Nebel herrschte, dürfte die horizontale Sichtweite am Boden unter 500 m gelegen haben.

Die Wolkenuntergrenze der tiefsten Bewölkung (3 bis 5 Achtel Stratus) lag im Raum Blumberg zwischen 2400 ft MSL und 2700 ft MSL. Darüber befanden sich 5 bis 7 Achtel Stratocumulus, deren Untergrenze wahrscheinlich zwischen 4200 ft MSL und 4700 ft MSL lag. Die Wolkenobergrenze dürfte zumindest stellenweise bei etwa FL 130 gelegen haben.

Nach Aussagen von Zeugen, die sich zum Unfallzeitpunkt in der Ortschaft Blumberg aufhielten, lag das Unfallgebiet im dichten Nebel.

1.7.4 Wetter am Verkehrslandeplatz Donaueschingen

Nach den Aufzeichnungen im Hauptflugbuch der Flugleitung wurden folgende Werte registriert:

Uhrzeit	Piste	Wind WD°/kt	Sicht am Boden (m)	Wolkenuntergrenze GND	Bewölkung
09:00	18	120/03	3000	500 ft – 1000 ft	8 Achtel (OVC)
11:00	18	190/07	5000	500 ft – 1000 ft	5-7 Achtel (BKN)
14:00	18	200/08	9000	500 ft – 1000 ft	5-7 Achtel (BKN)
17:00	18	200/05	8000	2000 ft – 3000 ft	5-7 Achtel (BKN)

1.8 Navigationshilfen

Am Verkehrslandeplatz Donaueschingen standen ein NDB (DVI) und ein DME (DON) zur Verfügung. Diese Navigationshilfen waren für das geplante NDB/DME - Anflugverfahren vorgesehen.

Das NDB/DME – Anflugverfahren war für den Betrieb noch nicht freigegeben. Die Flugvermessung war Bestandteil des Nachweisverfahrens für die betriebliche Freigabe. Eine Anflugkarte für das Anflugverfahren „NON – STANDARD NDB/DME Rwy 36“ war im Entwurf erstellt und u. a. die Grundlage für das durchgeführte Flugvermessungsprogramm.

Dieser Entwurf (Anlage 4) war im Flugzeug.

Das NDB/DME – Anflugverfahren wurde mit Veröffentlichung der Anflugkarte im Januar 2001 freigegeben (Anlage 5).

1.9 Funkverkehr

Für den Sprechfunkverkehr mit ACC Zürich und dem Verkehrslandeplatz Donaueschingen stand ein VHF-Kommunikationssystem zur Verfügung. Die Sprechfunkverbindungen mit beiden Bodenstellen waren ohne Beanstandung.

Die Tonbandaufzeichnungen des Sprechfunkverkehrs von ACC Zürich wurden ausgewertet. In Donaueschingen war keine Aufzeichnung vorgesehen.

1.10 Angaben zum Flugplatz

Der Verkehrslandeplatz Donaueschingen war ein unkontrollierter Flugplatz mit einer Asphaltpiste von 1290 m Länge für Starts und Landungen in Richtung Norden bzw. Süden.

1.11 Flugdatenaufzeichnungen

Das Flugzeug war mit einer Führerraumtonaufzeichnungsanlage (Cockpit Voice Recorder) ausgerüstet. Das Aufzeichnungsgerät wurde sichergestellt und konnte im Flugschreiberlabor der BFU trotz hohem äußerlichen Zerstörungsgrad und Brandeinwirkung ausgelesen werden. Auf dem Speichermedium (Halbleiterspeicher) waren die Gespräche im Cockpit sowie der Funkverkehr während der letzten 30 Minuten aufgezeichnet.

Ein Flugdatenschreiber (Flight Data Recorder) war durch JAR-OPS 1 deutsch gefordert, aber nicht eingebaut. Auf Antrag des Luftfahrtunternehmens wurde durch das Luftfahrt-Bundesamt eine Ausnahmegenehmigung erteilt.

1.12 Unfallstelle und Feststellungen am Luftfahrzeug

Aus einer Rechtskurve kommend befand sich das Flugvermessungsflugzeug auf der verlängerten Anfluggrundlinie der Piste 36. Im Sinkflug prallte das Luftfahrzeug unmittelbar nach Beendigung dieser

Kurve in einer Höhe von 2700 ft gegen einen quer zur Flugrichtung verlaufenden, bewaldeten Höhenzug nördlich der Ortschaft Blumberg (Anlage 1).

Die Unfallstelle lag auf der Südseite des in Ost-West-Richtung verlaufenden Höhenzuges etwa 80 Meter unter dessen Gipfel. Das Gelände war ansteigend mit einer Hangneigung von bis zu 10 Grad. Die Spuren deuteten darauf hin, dass das Flugzeug ohne Querneigung, in einem Bahnneigungsflug von etwa 3 Grad und mit Nordkurs in die Bäume einflog. Die erste Berührung mit Bäumen erfolgte mit einer der Tragflächen. Das Trümmerfeld hatte eine Gesamtlänge von etwa 120 m.

Die Luftschrauben beider Triebwerke waren verformt und deuteten auf eine Leistungsabgabe zum Zeitpunkt der Bodenberührung hin. Das Fahrwerk war eingefahren, die Stellung der Landeklappen war durch den hohen Zerstörungsgrad nicht mehr zu ermitteln. Ein im Wrack vorgefundener Höhenmesser zeigte im „eingefrorenen Zustand“ eine Höhe von 2700 ft an. Die Druckflächeneinstellung war nicht mehr feststellbar.

1.13 Medizinische und pathologische Angaben

Die vier Insassen wurden obduziert. Hinweise auf eine gesundheitliche Einschränkung der Besatzungsmitglieder wurden nicht festgestellt.

1.14 Brand

Beim Aufprall entstand ein Brand an beiden Tragflächen in Nähe der Triebwerke. Kleinflächig kam es in Nähe der geplatzen Tanks zu einem Waldbodenbrand. Einige Geräte der elektronischen Ausrüstung und der Cockpit Voice Recorder wurden durch die Brandeinwirkung beschädigt.

1.15 Überlebenschancen

Der Unfall war durch die hohe Aufprallenergie für die Insassen nicht überlebbar.

1.16 Versuche und Forschungsergebnisse

Versuche und Forschungen wurden nicht durchgeführt.

1.17 Organisation und deren Verfahren

Das Luftfahrtunternehmen wird als privatrechtliches Unternehmen geführt. Gesellschafter sind die Flugsicherungsorganisationen der Bundesrepublik Deutschland, der Schweiz und Österreich.

Mit dem Einsatz von zwei Flugvermessungsflugzeugen vom Typ Beechcraft Super King Air 350 und ein Flugzeug des Musters Beechcraft Beech 300 ist das Dienstleistungsunternehmen für die Vermessung

von Flugsicherungs- und Navigationsanlagen auf dem nationalen und internationalen Markt für Vermessung von Flugsicherungs- und Navigationsanlagen tätig.

1.17.1 Genehmigung und Organisation des Unternehmens

Für die Durchführung der Flugvermessungsaufgaben wurde dem Unternehmen durch die Bezirksregierung Braunschweig am 02.01.1995 eine Genehmigung zur gewerbemäßigen Verwendung von Luftfahrzeugen für sonstige Zwecke erteilt, die 1998 bis zum 31.12.2000 verlängert wurde.

Das Luftfahrt-Bundesamt erteilte dem Unternehmen am 26.01.1996 eine Betriebsgenehmigung aufgrund der Verordnung (E+WG) Nr. 2407/92 in Verbindung mit § 20 Luftverkehrsgesetz (LuftVG).

Mit dem 11. Änderungsgesetz zum Luftverkehrsgesetz (LuftVG) vom 25. August 1998 war die Genehmigungspflicht für Luftfahrtunternehmen, deren Unternehmenszweck nicht die Beförderung von Personen und Fracht war, entfallen. Das Unternehmen strebte trotzdem ein Luftverkehrsbetreiberzeugnis (AOC) nach JAR-OPS 1 deutsch an, das am 24.09.1999 durch das Luftfahrt-Bundesamt mit Befristung bis zum 31.03.2001 ausgestellt wurde.

Ein JAR-OPS 1 Handbuch lag zum Zeitpunkt des Unfalls noch nicht vor. Die Verfahren für den Betrieb und die Instandhaltung der Luftfahrzeuge waren im Flugbetriebshandbuch (FBH) und im Technischen Betriebshandbuch (TBH) festgelegt.

Laut FBH sah die Aufbauorganisation des Luftfahrtunternehmens die Führungspositionen, Geschäftsführer, Flugbetriebsleiter, Technischer Betriebsleiter und Leiter QM vor. Die Aufgabenbeschreibung des Flugbetriebsleiters beinhaltete u.a. die Verantwortung für den ordnungsgemäßen Ablauf des Flugbetriebes die Überwachung der sicheren und wirtschaftlichen Durchführung aller Flüge.

Nach den Unterlagen des Luftfahrt-Bundesamtes war zum Zeitpunkt des Unfalls das FBH in der Fassung vom 06.06.2000 gültig. Das vom Luftfahrtunternehmen für die Untersuchung des Flugunfalls bereitgestellte und vom Flugbetriebsleiter als gültig bezeichnete Handbuch war auf dem Revisionstand vom 08.09.98.

Für die Durchführung der Flugvermessung war durch das Luftfahrtunternehmen im FBH u.a. folgender Grundsatz aufgeschrieben:

Bei Messeinsätzen hat sich die Entscheidung über den zeitlichen und programmtechnischen Ablauf des Einsatzes an den folgenden in der Reihenfolge ihrer Priorität aufgeführten Kriterien zur orientieren:

1. sichere Durchführung der Flüge,
2. Gewährleistung der Sicherheit der Navigationsanlagen,
3. wirtschaftliche Durchführung der Vermessungseinsätze.

1.17.2 Wechselverfahren IFR/VFR laut FBH

Die im FBH festgelegten Verfahren basierten auf den Festlegungen in JAR OPS Subpart E sowie den nationalen Rechtsverordnungen.

Für Flüge nach VFR im Luftraum E waren die in § 28 und Anlage 5 der Luftverkehrsordnung (LuftVO) beschriebenen Mindestwetterbedingungen maßgeblich.

1.17.3 Verfahren im Cockpit

Im FBH waren allgemeine Verfahren für die Durchführung eines Fluges und die effiziente Zusammenarbeit im Cockpit beschrieben (Anlage 7). Darüber hinaus bestanden keine Festlegungen zum Crew Coordination Concept (CCC) und Crew Resource Management (CRM).

Der Gebrauch von Checklisten war im FBH vorgeschrieben. Bei den Normalverfahren wurden die Checklisten als sogenannte „Follow-up“-Checklisten geführt. So sollten die erforderlichen Schritte (Items) ausgeführt und ihre Ausführung anhand der Checkliste überprüft werden.

Vorgesehen war, dass Checklisten grundsätzlich nur nach Aufforderung durch den Luftfahrzeugführer am Steuer (PF) vom nicht steuernden Luftfahrzeugführer (PNF) gelesen werden sollten.

Mit „Cockpit Briefings“ waren Verfahren beschrieben, in denen der PF mündlich kritische Abschnitte des Fluges rekapituliert. Vorgeschrieben waren „Departure Briefing“, „Emergency Briefing“ und „Approach Briefing“.

Mit „Call Outs“ sollte der PNF dem PF durch Zuruf verdeutlichen, dass bestimmte, für den Flugverlauf kritische Punkte, erreicht werden. Diese waren vorgesehen für „Take Off“, „Cruise“ und „Approach and Landing“.

Im FBH waren Voraussetzungen für den Einsatz als Kommandant festgelegt. So sollte kein Flugzeugführer als Kommandant eingesetzt werden, wenn er nicht mindestens über 1000 Stunden Gesamtflugerfahrung, davon mindestens 600 Flugstunden im Messeinsatz auf dem Muster des Unternehmens nachweisen konnte. Um verantwortlicher Flugzeugführer zu werden, war eine Überprüfung („16/A-4 Check“) vom linken Sitz aus nachzuweisen. Zusätzlich waren laut unternehmensinterner Festlegung eine Supervisions-Zeit von 100 Flugstunden im Messbetrieb als verantwortlicher Flugzeugführer durchzuführen und 50 Stunden ILS Vermessung ohne Autopilot nachzuweisen.

1.17.4 Schulung und Training

Im FBH waren für alle Besatzungsmitglieder halbjährlich Seminare über Crew Coordination und Cockpit Resource Management vorgesehen.

Mindestens einmal pro Kalendermonat sollte der Flugbetriebsleiter mit allen Besatzungen, einschließlich der freien Mitarbeiter, ein ausführliches Informationsgespräch durchführen.

Halbjährlich vorgesehene Seminare und monatliche Informationsgespräche wurden im Jahr 2000 nicht durchgeführt. Diese Veranstaltungen wurden durch wöchentliche Einsatzbesprechungen (Briefings) ersetzt.

1.17.5 Dienstzeitenregelung

Die Regelung der Flug-, Flugdienst- und Ruhezeiten basierte auf den Festlegungen der 2.DVO LuftBO.

Das Luftfahrtunternehmen hatte im FBH festgelegt, dass ein Luftfahrzeugführer, der von mehreren Unternehmen beschäftigt wurde, sämtliche gewerblich geflogene Zeiten mitzuteilen hatte.

Geführt wurde die Dokumentation der Flug-, Flugdienst- und Ruhezeiten des Kommandanten nur für die Einsätze im eigenen Luftfahrtunternehmen.

1.18 Zusätzliche Informationen

Mit der Einführung von JAR-OPS 1 wurde mit Unterstützung einer externen Beratungsfirma seit Sommer 2000 an einem Crew Coordination Concept (CCC) und Cockpit Resource Management (CRM) gearbeitet.

Im Sinne von JAR-OPS 1 war vor dem Unfall bereits ein „Irregularity Reporting System“ eingerichtet. Mit diesem Meldeverfahren sollten Mitarbeiter des Unternehmens Verstöße gegen Vorschriften und Verfahren sowie andere Unzulänglichkeiten der Flugbetriebsleitung mitteilen können.

Nach dem Unfall wurden von verschiedenen Stellen und Personen Informationen über angebliche Missstände im Unternehmen und den im Unternehmen praktizierten Flugbetrieb an die BFU herangetragen. Aus diesem Grunde wurden das Unternehmen, verantwortliche Luftfahrzeugführer, zweite Luftfahrzeugführer und Messingenieure befragt. Zur Versachlichung der Antworten und einer möglichst objektiven Bewertung wurde für diese Befragung ein einheitliches Frageschema verwendet.

Aus den Antworten ergaben sich folgende Aspekte:

- Die Einweisung in die spezifischen Anforderungen der Flugvermessung erfolgte überwiegend durch „Training on the job“, Selbststudium und Gespräche. Es gab keine strukturierte Ausbildung, die für alle verbindlich war.
- Von den zweiten Luftfahrzeugführern wurde übereinstimmend berichtet, dass die Zusammenarbeit mit den verantwortlichen Luftfahrzeugführern im Cockpit sehr unterschiedlich war. Bei der Befragung wurden mehrfach die Namen von zwei verantwortlichen Luftfahrzeugführern erwähnt, die sich für die Umsetzung von auf Crew Coordination basierende Verfahren im Cockpit sehr eingesetzt hatten. Die Darstellung eines Luftfahrzeugführers mit dem Satz „Im Laufe der Zeit wusste man, was der eine oder andere Flugkapitän an Handlungen zu sehen wünschte“ wurde in ähnlicher Form von allen Befragten Kopiloten geäußert.
- Im Luftfahrtunternehmen waren vor dem Unfall Verstöße gegen die Einhaltung der Mindestwetterbedingungen für VFR-Flüge bekannt geworden. Gemeldet wurden diese Verstöße als „Irregularity Reports“. Am 06.10. 2000 wurde im Unternehmen ein Informationspapier des Flugbetriebsleiters an alle Besatzungsmitglieder verteilt, mit dem u.a. auf eine „safe aircraft operation“ hingewiesen wurde (Anlage 8).
- Von einem Piloten, der als zweiter Luftfahrzeugführer eingesetzt war, wurde eine Situation wie folgt beschrieben: „Mir oblag die Führung des Flugzeuges und auf Grund der sich drastisch verschlechternden Wettersituation und der Unmöglichkeit die Vermessung unter IFR-Flugdurchführung zu beenden, regte ich an, die Vermessung unter diesen Umständen abzubrechen und mit einer IFR-Clearance zum Platz zurückzukehren. Daraufhin wurde mir vom Kapitän die Kontrolle des Flugzeuges entzogen. Verbunden damit war der Hinweis, ob ich nicht fähig sei, ein Flugzeug unter IFR-Bedingungen zu führen und dass schließlich die Vermessung abzuschließen wichtig sei. Die Vermessung und der Anflug wurden ausschließlich durch den Kapitän mit dem FMS III geflogen“.
- Nach Angabe des Luftfahrtunternehmens haben im Zeitraum 1999 – 2000 insgesamt 10 Flugzeugführer das Unternehmen verlassen. Eingestellt wurden vier Piloten als zweite Luftfahrzeugführer und sechs Messingenieure bzw. Theodolitbeobachter.

1.18 Besondere Untersuchungstechniken

Besondere Untersuchungstechniken kamen nicht zur Anwendung.

2. Beurteilung

2.1 Allgemein

Für die Landung auf dem unkontrollierten Verkehrslandeplatz Donaueschingen war ein Flugregelwechsel von IFR nach VFR notwendig. Die technischen Voraussetzungen für ein NDB/DME – Anflugverfahren waren vorhanden, das Verfahren dafür war aber noch nicht freigegeben. Folgerichtig wurde der Flug nach IFR vor Erreichen der MRVA beendet (Anlage 6).

Für den Flugregelwechsel im kontrollierten Luftraum (Luftraum E) musste der Luftfahrzeugführer eine Flugsicht von mindestens 8 km haben und das Luftfahrzeug mindestens 1,5 km in waagerechter Richtung und mindestens 1000 ft in senkrechter Richtung Abstand von Wolken halten. Diese Voraussetzungen waren in dem Höhensegment zwischen 6400 ft (MRVA) und dem Übergang zum Luftraum G nicht gegeben.

Auch für den Flugweg im Luftraum G waren die Voraussetzungen für einen Flug nach VFR nicht erfüllt. Sowohl nach den Angaben im Wettergutachten als auch nach Zeugenaussagen, die das Wetter an der Unfallstelle beobachtet haben, war die geforderte Flugsicht von mindestens 1,5 km nicht gegeben. Keiner der Luftfahrzeugführer kann einen ausreichenden Sichtkontakt zum Boden oder zum Verkehrslandeplatz Donaueschingen gehabt haben.

Für den Anflug und die Landung in Donaueschingen um 12:03 Uhr war die Besatzung ebenfalls auf Sichtflugbedingungen angewiesen, weil auch hier in 6400 ft ein Wechsel der Flugregeln von IFR auf VFR notwendig war. Wahrscheinlich waren auch zu diesem Zeitpunkt die Voraussetzungen dafür nicht gegeben.

2.2 Flugweg

Die im Flugvermessungsprogramm für den Vollkreis vorgesehene Flughöhe von FL 100 wurde in den ersten 13 Minuten des Kreisfluges um 1000 ft überschritten. Die Tatsache, dass die Flughöhe geändert und in den folgenden 30 Minuten exakt eingehalten wurde sowie die exakte Form des geflogenen Kreises erklären eine Steuerung des Flugzeuges durch den Autopiloten. Für die Abweichung von der durch das Flugvermessungsprogramm vorgegebenen Flughöhe um 1000 ft wurde keine plausible Erklärung gefunden.

Die Aufforderung von Zürich Radar „FLIGHTCHECKER FOUR ONE ONE; CONFIRM IN A LEFT TURN TO DONAUESCHINGEN“ kam für die Besatzung überraschend. Der über 40 Minuten andauernde Kreisflug unter automatisierter Flugführung und –steuerung des Flugzeuges hat dazu beigetragen, dass die Besatzung sich über die Position des Flugzeuges spontan nicht im Klaren war. Die ausgelöste Diskussion über mögliche Entfernungswerte, die zwischen 10 NM und 3 NM variierten, zeigte im Ergebnis, dass die Aussage des Messingenieurs akzeptiert wurde. Grundlage dafür waren Navigationsdaten vom FMS III.

Als um 17:13:00 Uhr, ca. 300 ft vor Erreichen der MRVA, die Durchführung des Fluges nach IFR aufgehoben wurde, gab es im Flugzeug kein Gespräch über die herrschenden Wetterbedingungen für die Fortsetzung des Fluges nach VFR.

Ein „Approach Briefing“ fand nicht statt. Der Kommandant wollte offensichtlich das noch nicht freigegebene NDB-DME-Verfahren verwenden. Diese Absicht wurde deutlich, als der zweite Luftfahrzeugführer die Piste 18 erwähnte, worauf der verantwortliche Luftfahrzeugführer sehr deutlich mit dem Satz „NEIN FLIEGEN WIR NICHT, DIE PISTE EINS ACHT, WIR FLIEGEN ERST NDB-DME-VERFAHREN UND DANN DIE EINS ACHT“ antwortete. Durch die Rückversicherung beim Messingenieur mit der Frage „NICHT, SO HAST DU DAS GEMACHT F... (Messingenieur) ODER?“ wurde erneut deutlich, dass der Anflug mit Unterstützung des Flugvermessungssystems (FMS III) erfolgen sollte.

Das NDB-DME-Verfahren zu fliegen und dann auf der Piste 18 zu landen, hätte bedeutet, dass für den Anflug zunächst das für die Piste 36 noch nicht veröffentlichte NDB-DME-Verfahren mit Überflug über den Flugplatz genutzt und dann mit einem Platzrundenanflug (Circling Approach) entgegengesetzt zur Piste 36 in Richtung 18 gelandet worden wäre.

Aus der Kommunikation an Bord des Flugzeuges war zu erkennen, dass der Kommandant diese Absicht verfolgte, aber die Informationen aus der im Entwurf vorliegenden Anflugkarte NDB-DME RWY 36 nicht exakt aus der Anflugkarte abgelesen hatte. Die Frage des Kommandanten „WIE TIEF KÖNNEN WIR HIER EIGENTLICH RUNTERGEHEN JETZT?“ sowie die Anmerkung „AUF VIERTAUSEND GEHEN WA MAL“ verdeutlichten die Unsicherheit. In der Anflugkarte war eine MSA (Minimum Sector Altitude) von 4500 ft angegeben.

Die Aussage des Kommandanten „JA DANN TURNEN WIR EIN UND BEI ACHT MEILEN GEHEN WIR RUNTER, GUCK MAL.“ war ein weiterer Hinweis, dass er das NDB-DME Anflugverfahren nur aus dem Gedächtnis heraus verfolgte. Gemeint war wahrscheinlich der in der Anflugkarte angegebene Entfernungspunkt 8,6 DME DON. Von diesem Punkt hätte laut Anflugkarte bis zu der Entfernung 6,6 DME DON die Flughöhe von 4500 ft beibehalten werden müssen (Anlage 5).

Die von 17:14:48 Uhr bis 17:15:49 Uhr beibehaltene Flughöhe von 4000 ft war in der Anflugkarte als Höhenvorgabe nicht angegeben. Es war damit ein weiterer Hinweis, dass die Anflugkarte nicht vorlag.

Als der Kommandant um 17:16:04 Uhr den Satz „WIR MÜSSEN ERST MAL HIER RUNTER KOMMEN DA“ sprach, wählte er sich wahrscheinlich an dem Wegpunkt TD002 (Anlage 5).

Nach dem Hinweis „ABER NICHT ZU TIEF“ vom zweiten Luftfahrzeugführer gab der verantwortliche Luftfahrzeugführer mit der Aussage „NEIN WIR GEHEN WIEDER AUF ZWOTAUSEND ÄH, SECHSHUNDERT DAS KENNEN WIR JA SCHON MITTLERWEILE“ wieder zu erkennen, dass er den Anflug nach einem mentalen Modell durchführen wollte. Gemeint war möglicherweise die OCA (Obstacle Clearance Altitude), die in der Anflugkarte mit 2630 ft für NDB-DME und mit 2940 ft für die Platzrunde (Circling) angegeben war.

Mit dem Angebot des Flugleiters „WENN SIE WOLLEN, KÖNNEN SIE AUCH RICHTUNG DREI SECHS REINDREHEN, WIND EIN SECHS NULL MIT FÜNF“, traf der Kommandant spontan die Entscheidung für die Landerichtung 36. Eine Begründung für diese spontane Entscheidung war nicht zu erkennen.

Aus dem Flugverlauf war zu erkennen, dass der Sinkflug nicht, wie im später veröffentlichten Verfahren auf 4500 ft, sondern auf 4000 ft erfolgte. Diese Höhe wurde ca. eine Minute beibehalten. Der folgende Sinkflug wurde bei einer Schrägentfernung von ca. 8,3 NM zur DME Station DON eingeleitet. In dem später freigegebenen Anflugverfahren war dieser Sinkflug bei 6,6 DME DON vorgesehen (Anlage 4).

Wahrscheinlich wurde der Sinkflug zu früh eingeleitet, weil der Kommandant den NDB/DME - Anflug mit Unterstützung des Messingenieurs so umsetzen wollte, wie er im Entwurf vorlag und später veröffentlicht worden ist. Dabei hat er das Verfahren in Bezug auf die vorgegebenen Höhen und Entfernungsangaben nicht exakt eingehalten, sondern nur aus dem Gedächtnis nachgeflogen.

2.3 Human Factors (Menschliche Faktoren)

Aus der Sicht der Fehleranalyse war die Entscheidung, den Sinkflug bei 8,3 NM Entfernung zur DME Station DON zu beginnen, ein Arbeitsfehler. Der Arbeitsfehler eines einzelnen Piloten konnte in einem komplexen Umfeld mit mehreren Mechanismen der Steuerung und Überwachung entstehen. Dazu gehörten u.a. der zweite Luftfahrzeugführer, die Messingenieure, das Luftfahrtunternehmen sowie vom Luftfahrtunternehmen festgelegte Verfahrensanweisungen (Flugbetriebshandbuch), die auf luftrechtlichen Verordnungen und Gesetzen basierten. Vorangegangen war die Entscheidung für den Flugregelwechsel IFR/VFR, obwohl die Voraussetzungen dafür nicht gegeben waren.

Zur Verdeutlichung der Zusammenhänge und Klärung der Handlungs- und Entscheidungsweise der Besatzung hat die BFU das von der ICAO im „Human Factors Digest No.7“ empfohlene „SHEL“ Modell eingesetzt (Anlage 9).

2.3.1 Verantwortlicher Luftfahrzeugführer (Kommandant)

Der Kommandant („L“ im Mittelpunkt nach dem „SHEL“ Modell) hatte den Auftrag und die Verantwortung für die sichere Durchführung des Fluges, die Gewährleistung der Sicherheit der zu vermessenden Navigationsanlage und die wirtschaftliche Durchführung des Vermessungseinsatzes.

Mit über 12 000 Stunden Gesamtflugerfahrung verfügte er über eine hohe fliegerische Erfahrung. Diese Erfahrung war geprägt durch Einsätze in unterschiedlichen Luftfahrtunternehmen und bei privaten Haltern von Flugzeugen.

Auf dem Flug kamen routinierte Arbeitsabläufe eines alleinigen Luftfahrzeugführers kombiniert mit einem hohen Grad an Selbstbewusstsein zum Ausdruck. Eine Zusammenarbeit mit dem zweiten Luftfahrzeugführer war nicht zu erkennen. Weder bei Routineaufgaben, noch bei situationsbedingten Aufgaben und Problemlösungen wurde der zweite Luftfahrzeugführer mit in Arbeitsabläufe oder Entscheidungsfindungen einbezogen. Eine Ausnahme war lediglich der Sprechfunkverkehr mit dem Verkehrslandeplatz Donaueschingen, der vom zweiten Luftfahrzeugführer geführt wurde.

Während der gesamten Aufzeichnungszeit des Cockpit Voice Recorders wurde keine Checkliste benutzt, obwohl z.B. die Anflug-Checkliste laut Verfahren vorgeschrieben war.

Die Kenntnisse und Fähigkeiten zum Führen des Flugzeuges waren ausreichend gegeben. Defizite waren in dem Umgang mit den Besonderheiten der Ausrüstung für die Flugvermessung und den dazugehörigen Verfahren zu erkennen. Aus der Kommunikation mit dem Messingenieur wurde deutlich, dass er in der Interpretation der Anzeigen vom FMS III auf den Bildschirmen und den Anzeigen im Cockpit unsicher war. Mit Anmerkung „LAUT DEINER DIGITALEN ANZEIGE HABEN WIR NOCH 4,3 MEILEN“ nach einer Diskussion über die richtige Entfernungsangabe im zu fliegenden Kreis ließ erkennen, dass der Luftfahrzeugführer nicht sicher in der Feststellung des richtigen Entfernungswertes war und dann der Anzeige vom Flugvermessungsingenieur vertraute. Ebenso die Frage „KÖNNEN WIR RUM?“, deutete auf eine Unsicherheit über die eigene Position bzw. über den Status der Messung hin. Dabei war das Verfahren der Flugvermessung für eine NDB-DME-Station im Vergleich mit anderen Navigationsanlagen relativ einfach. Die Ergebnisse der Befragungen anderer Luftfahrzeugführer, die mit dem verantwortlichen Luftfahrzeugführer bei früheren Einsätzen geflogen sind, haben diese Feststellung bekräftigt.

Der Luftfahrzeugführer hat die Grenzen und Gefahren der Navigationshilfe durch den Flugvermessungsingenieur mit den Flugführungsdaten aus dem FMS III nicht erkannt. Auch die Forderung an den Messingenieur „JA DU KANNST SCHON MAL DEN APPROACH DRAUFSCHEISSEN JA“ zeigt deutlich, dass er die Unterstützung bei der Navigation nicht nur akzeptiert, sondern deutlich gefordert hat.

Während der Luftfahrzeugführer sonst ein hohes Selbstbewusstsein zeigte, hat er sich hier deutlich untergeordnet.

Die Tatsache, dass der Kommandant die Bedingungen für Flüge nach Sichtflugregeln (LuftVO, Anlage 5) und Verfahren aus dem Flugbetriebshandbuch ignoriert hat, kann nur mit überhöhtem Selbstbewusstsein, Selbstüberschätzung und mit dem Verlangen nach Erfolg gegenüber dem Auftraggeber erklärt werden. Zu dem Erfolgsdruck kann auch beigetragen haben, dass der Luftfahrzeugführer als freiberuflicher Pilot aus wirtschaftlichen Gründen auf Aufträge angewiesen war.

2.3.3 Schnittstelle „Kommandant – Besatzung“

Die Zusammenarbeit und Kommunikation zwischen dem Kommandanten, dem zweiten Luftfahrzeugführer und den Flugvermessungsingenieuren war überwiegend situationsbedingt und nur selten verfahrensorientiert oder strukturiert.

Die im Flugbetriebshandbuch verfahrensmäßig vorgesehenen „Cockpit Briefings“, „Call Outs“ und Checklisten kamen nicht zur Anwendung. Keiner der Luftfahrzeugführer hat diese Verfahren angeboten oder gefordert.

Die Voraussetzungen für eine effektive Kommunikation im Cockpit waren nicht gegeben. Bei den Dialogen im Cockpit kam keine „Standard Phraseologie“ zur Anwendung. Auch eine Rollenverteilung war nicht zu erkennen. Der Kommandant, der gleichzeitig auch der steuernde Luftfahrzeugführer war, hat weder Entscheidungen noch Anflugverfahren kommuniziert. So wurde beispielsweise über die Entscheidung, ob ein Wechsel IFR/VFR und eine Landung in Donaueschingen unter den gegebenen Wetterbedingungen überhaupt erfolgen kann, nicht gesprochen.

Auch das Anflugverfahren blieb dem zweiten Luftfahrzeugführer unklar. Er gab sein Unverständnis mehrfach zu erkennen, ohne dass der Kommandant darauf reagierte. Der Kommandant beabsichtige, das Anflugverfahren für die Piste 36 zu fliegen, während der zweite Luftfahrzeugführer und der Messingenieur davon ausgingen, dass die Piste 18 direkt angefliegen werden sollte.

Fragende oder warnende Anmerkungen des zweiten Luftfahrzeugführers, wie z.B. „ABER NICHT ZU TIEF“, fanden keine Beachtung.

Zu erkennen war auch ein Mangel an Wertschätzung. So wurden die unterschiedlichen Entfernungangaben mit dem Messingenieur diskutiert, während der zweite Luftfahrzeugführer an dieser Diskussion nicht beteiligt wurde. Ein weiteres Beispiel dafür war auch der Dialog mit dem zweiten Luftfahrzeugführer über das Anflugverfahren:

Die Bemerkung oder Frage des zweiten Luftfahrzeugführers „EH MIT`N DIESER SPEED FLIEGEN WIR DIE PISTE EINS ACHT?“ wurde durch den verantwortlichen Luftfahrzeugführer mit „NEIN FLIEGEN WIR NICHT DIE PISTE EINS ACHT, WIR FLIEGEN ERST NDB-DME-VERFAHREN UND DANN DIE EINS ACHT.“ Die Antwort des Kopiloten war „AH JA“. Der Luftfahrzeugführer am Steuer vergewisserte sich daraufhin beim Messingenieur mit der Frage „NICHT, SO HAST DU DAS GEMACHT F.... (Messingenieur) ODER?“.

Feststellungen und Argumente des zweiten Luftfahrzeugführer wurden auch mit „Killerphrasen“ beantwortet. Als er verdeutlichte, dass eine Anzeige auf dem Bildschirm um 180 Grad falsch dargestellt war und diese Feststellung durch den Messingenieur bestätigt wurde, kam am der Ende der Diskussion über diesen Sachverhalt die Bemerkung „...GEFÄHRlich WENN DER COPILOT MITDENKT DU“.

Auch die Aufgaben- und Rollenverteilung zwischen Piloten und Messingenieur wurde nicht deutlich. Der Messingenieur war nicht berechtigt, an der Navigation für den Anflug mitzuwirken. Der verantwortliche Luftfahrzeugführer hätte die Unterstützung gar nicht akzeptieren dürfen.

Weder mit dem zweiten Luftfahrzeugführer noch mit dem Messingenieur gab es einen Ansatz für eine verfahrensorientierte Zusammenarbeit, wie sie im Sinne von Crew Coordination sinnvoll gewesen wäre.

Aus fachlicher Sicht war der zweite Luftfahrzeugführer ein qualifiziertes Besatzungsmitglied. Für die Funktion als zweiter Luftfahrzeugführer hatte er mit ca. 10 850 Stunden jedoch eine außergewöhnlich hohe Flugerfahrung, wovon er einen großen Teil als Kommandant auf Flugzeugen östlicher Bauart absolviert hatte. Aufgrund der anders organisierten Arbeitsteilung im Cockpit der Flugzeuge aus östlicher Produktion konnte er seine Flugerfahrung im Zwei-Mann-Cockpit westlicher Art nicht komplett einbringen.

Zur Vorbereitung der Prüfung zur Anerkennung seines im Ausland erworbenen Luftfahrerscheins für Verkehrsflugzeugführer (ATPL) beim Luftfahrt-Bundesamt hatte er einen Lehrgang „Zusammenarbeit von Zwei-Mann-Flugbesatzungen“ mit praktischen Übungen absolviert. Die hier erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten konnte er nicht einmal ansatzweise umsetzen. Durch die Dominanz, das Selbstbewusstsein und die Arbeitsweise des verantwortlichen Luftfahrzeugführers ließ er sich in eine Rolle der Passivität drängen.

Die Merkmale seiner Persönlichkeit und seines Sozialverhaltens waren freundlich, zurückhaltend und vorsichtig. Diese Eigenschaften wurden durch die befragten Arbeitskollegen beschrieben und durch die Aufzeichnungen während des Fluges bestätigt. Der zweite Luftfahrzeugführer brachte nicht deutlich zum Ausdruck, dass er das geplante Anflugverfahren nicht verstanden hatte. Er wies lediglich durch fragende Anmerkungen, wie z.B. „EH MIT 'N DIESER SPEED FLIEGEN WIR DIE PISTE EINS ACHT?“ oder „JA UND DENN?“ auf sein Unverständnis hin.

Die Sprachkenntnisse des zweiten Luftfahrzeugführers in Deutsch waren gut. Im mündlichen Ausdruck war ein Akzent zu erkennen, der aber nicht zu Verständigungsschwierigkeiten führte. Auch der schriftliche Ausdruck im vorgefundenen Briefverkehr mit der Luftfahrtbehörde zeigte, dass er die Sprache beherrschte.

Eingeschränkt waren nach Auffassung der BFU die Fähigkeiten in der Anwendung der englischen Sprache. Der Sprechfunkverkehr in englischer Sprache wurde auf diesem Flug ausschließlich durch den verantwortlichen Luftfahrzeugführer geführt. Erst als mit dem Turm in Donaueschingen in deutscher Sprache kommuniziert wurde, übernahm der zweite Luftfahrzeugführer den Sprechfunkverkehrs. Auch die Befragung anderer Luftfahrzeugführer und Flugvermessungsingenieure ließ erkennen, dass er im englischen Sprechfunkverkehr Probleme mit spontanen Antworten hatte.

Trotz der besseren Sprachkenntnisse in der deutschen Sprache hätte er den Sprechfunkverkehrs in Deutsch aus formaler Sicht nicht führen dürfen. In dem Berechtigungszeugnis zur Anerkennung des Flugfunkzeugnisses war vermerkt, dass der Inhaber nur zur Ausübung des Sprechfunkverkehrs in englischer Sprache berechtigt war.

2.3.4 Schnittstelle „Kommandant – Flugzeug“

Bei der Betrachtung der Schnittstelle „Kommandant – Flugzeug“ stand die Betrachtung Mensch-Maschine im Vordergrund.

Der Kommandant hatte eine große Flugerfahrung. Er hatte keine Probleme beim Fliegen des Flugzeuges und der Bedienung der üblichen Bordsysteme.

Abweichend von der üblichen elektronischen Ausrüstung des Flugzeuges war die Zusatzausrüstung für die Flugvermessung vorgesehen. Die Bedienung dieser Ausrüstung erfolgte im Wesentlichen durch den Messingenieur. Dafür verfügte er über die notwendigen Kenntnisse und Fähigkeiten.

Eine missverständliche Darstellung von Informationen aus dem FMS III, das nur für Aufgaben der Flugvermessung vorgesehen war, gab es offensichtlich im Cockpit. Die erste Unklarheit entstand schon bei der Beendigung des Vollkreises, als über unterschiedliche Entfernungangaben diskutiert wurde. Wie aus der Diskussion zwischen Piloten und Messingenieur zu entnehmen war, hatten die Luftfahrzeugführer Schwierigkeiten, zwischen den Anzeigen der Primäravionik und den Anzeigen des FMS III zu unterscheiden. Möglicherweise gab es auch vom FMS III andere oder unterschiedliche Referenzpunkte für die Entfernungsmessung.

Die zweite Irritation ergab sich im Anflug auf Donauessingen um 17:14:58 Uhr, als einer der Messingenieure „OH OH WARTET MAL, WARTET MAL ICH HAB WAS FALSCHES GEMACHT ENTSCULDIGUNG ES KOMMT EIN NEUES“ rief. Die anschließende Diskussion und die Aussage des Flugvermessungsingenieurs „JA JA IST DOCH RICHTIG IHR HABT DOCH VÖLLIG RECHT“, HUNDERTNEUNUNDSIEBZIG BITTESCHÖN TO ..., „DREITAUSEND“ deutete auf eine um 180 Grad verdrehte Darstellung des Anflugweges hin. Möglicherweise hat der Messingenieur über ein „Radial“ gesprochen und „TO“ und „FROM“ vertauscht.

Informationen aus dem FMS III hätten für die Primärnavigation nicht genutzt werden dürfen. Der Kommandant hätte mit dem „FIS Power Switch“ nach Abschluss des Flugvermessungsprogramms das Vermessungssystem komplett abschalten können.

2.3.5 Schnittstelle „Besatzung – Software“

Bei der Betrachtung der Schnittstelle „Besatzung- Software“ standen Anwendung und Umsetzung der luftrechtlichen Vorschriften und der im Flugbetriebshandbuch festgelegten Verfahren im Vordergrund.

Die in § 28 und Anlage 5 der LuftVO festgelegten Mindestwetterbedingungen für Flüge nach Sichtflugregeln (VFR) wurden nicht eingehalten. Die Missachtung der Mindestwetterbedingungen kann nicht damit begründet werden, dass diese Festlegungen der Besatzung nicht bekannt waren. Als Bestandteil einer luftrechtlichen Verordnung waren diese Festlegungen für die Luftfahrzeugführer Entscheidungskriterien im alltäglichen Flugbetrieb für die Durchführung bzw. Nichtdurchführung eines Fluges. Aktualität und Qualität des FBHs spielten hierbei ebenso wenig eine Rolle wie die Besonderheiten der Flugvermessung.

Selbst wenn die Dienste der Wetterberatung gar nicht oder nur eingeschränkt in Anspruch genommen und auch vor dem Flugregelwechsel von IFR zu VFR keine Wetterdaten abgehört wurden, war die Wettersituation für die Besatzung deutlich erkennbar.

Die im Flugbetriebshandbuch als Entscheidungsgrundlage für Kommandanten und „Mission Leader“ angeführte Prioritätenliste

1. sichere Durchführung der Flüge
2. Gewährleistung der Sicherheit der Navigationsanlagen
3. wirtschaftliche Durchführung der Vermessungseinsätze

wurde in dieser Reihenfolge nicht eingehalten. Die Besatzung hätte damit auch gegenüber dem Luftfahrtunternehmen klare Entscheidungskriterien nachweisen können, die den Abbruch der Flugvermessung oder ein Ausweichen zu einem anderen Flughafen begründet hätten.

Anweisungen und Verfahrensbeschreibungen aus dem FBH fanden bei der Besatzung kaum Beachtung. Ein Grund hierfür könnte eine geringe Akzeptanz der Inhalte des FBHs sein, die auch von anderen Besatzungsmitgliedern bestätigt wurde. Da das Regelwerk in mehreren Kapiteln nicht auf dem aktuellen Stand war und im Hinblick auf die Einführung von JAR-OPS 1 auch von der Seite der Flugbetriebsleitung keine Priorität hatte, war die praktische Bedeutung für den alltäglichen Flugbetrieb eingeschränkt.

Das vom Flugbetriebsleiter am 06.10.2000 herausgegebene Informationspapier mit dem Hinweis auf den „sicheren Flugbetrieb“ konnte den verantwortlichen Luftfahrzeugführer nicht von der Fortsetzung des Fluges abhalten. Die Text war weniger als klare Anweisung formuliert, sondern hatte eher einen mahnenden Charakter (Anlage 8).

Die durch das Luftfahrtunternehmen festgelegten und im FBH beschriebenen Verfahren im Cockpit, wie „Checklisten“, „Cockpit Briefings“ und „Call Outs“ wurden komplett ignoriert. Trotz der unmissverständlichen Vorgabe im FBH, diese Verfahren im Cockpit anzuwenden, hat die Besatzung dafür keine Notwendigkeit gesehen. Gründe für diese Verhaltensweise waren sehr wahrscheinlich das hohe Selbstbewusstsein des Kommandanten, unterstützt durch die bei den Besatzungsmitgliedern verbreitete Geringschätzung der Vorgaben im FBH. Wie auch von anderen Luftfahrzeugführern im Unternehmen bestätigt, wurde das FBH nicht als Regelwerk und Arbeitsanweisung für den praktischen Flugbetrieb gesehen, sondern als ein Handbuch, das von der Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde gefordert war.

Der Kommandant hat das noch nicht freigebende NDB/DME - Anflugverfahren als Orientierungshilfe verwendet. Mit der Darstellung des Anflugweges aus dem FMS III auf dem „Multi Function Display“ wurde nur die horizontale Ebene und damit kein Höhenprofil angezeigt. Eine auf Papier ausgedruckte Anflugkarte wurde bei diesem Anflug offensichtlich nicht genutzt. Das vertikale Anflugprofil und damit die Höhenangaben basierten sehr wahrscheinlich auf Erinnerungswerten des verantwortlichen Luftfahrzeugführers, der diesen Anflug bei den vorangegangene Vermessungsflügen mehrfach geflogen war. Aus der Kommunikation im Cockpit war zu entnehmen, dass keiner der Besatzungsmitglieder in dieser Phase des Fluges die in dem Entwurf der Anflugkarte angegebenen Höhenwerte vorliegen hatte und dem Luftfahrzeugführer vorgab.

2.3.6 Schnittstelle „Kommandant - Umgebungsbedingungen“

Bei der Betrachtung der Schnittstelle „Kommandant - Umgebungsbedingungen“ standen der Auftrag, die Wettersituation und das Luftfahrtunternehmen im Vordergrund.

Der Auftrag, eine NDB-/DME-Bodenstation zu vermessen, war aus der fliegerischen und flugvermessungstechnischen Sicht keine besondere Herausforderung für die Besatzung. Die Flugzeit von ca. 2:45 Stunden war überwiegend eine Routinearbeit. Eine besondere Stresssituation war nicht zu erkennen.

Die Wetterlage am Vortag hatte bereits zu einer Änderung des für die Woche geplanten Flugvermessungsprogramms geführt. Die Vermessung in Memmingen war bereits vorgezogen worden, so dass nach Abschluss der Flugvermessung in Donaueschingen der Heimflug nach Braunschweig hätte angetreten werden können. Hätte die Besatzung sich an den erforderlichen Wettermindestbedingungen für die Durchführung des Fluges nach Sichtflugregeln orientiert, wäre die Flugvermessung in Donaueschingen nicht abgeschlossen worden. Die Besatzung hätte mit dem Flugvermessungsflugzeug am Boden bleiben und auf bessere Wetterbedingungen warten müssen oder vorzeitig zum Heimatflughafen nach Braunschweig bzw. zum nächsten Flugvermessungsauftrag weiterfliegen müssen. Der Kommandant hätte bei dieser Wettersituation dem Luftfahrtunternehmen und auch dem Auftraggeber für die Flugvermessung gegenüber jedoch ausreichende und plausible Argumente gehabt, die Flugvermessung abzubrechen oder gar nicht zu beginnen.

Obwohl das Luftfahrtunternehmen den Grundsatz „sichere Durchführung der Flüge“ als Kriterium mit der höchsten Priorität definiert hatte, war dieser Flug kein Einzelfall, bei dem diese Vorgabe nicht befolgt wurde. Die Berichte der Kopiloten und Flugvermessungsingenieure haben belegt, dass auch andere verantwortliche Luftfahrzeugführer in einzelnen Fällen das Abschließen des Flugvermessungsprogramms als höhere Priorität sahen. Dem Luftfahrtunternehmen war diese Problematik bekannt. Trotz der Einführung der „Irregularity Reports“ und des Informationspapiers an die Piloten vom 06. Oktober 2000 gelang es dem Unternehmen nicht, das erforderliche Sicherheitsbewusstsein bei der Durchführung der Flugvermessungsaufträge bei allen Besatzungsmitgliedern zu erzeugen.

Nach Auffassung der BFU war das Luftfahrtunternehmen nicht ausreichend in der Lage, den Stellenwert der Verfahren und Arbeitsanweisungen für die Besatzungen zu verdeutlichen. Das FBH hatte für den praktischen Flugbetrieb nur eine geringe Bedeutung. Gepflegt wurde dieses Regelwerk in erster Linie für die Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde

Die Defizite des Kommandanten im Verständnis und in dem Umgang mit den für die Flugvermessung spezifischen Verfahren und den bordseitigen Systemfunktionalitäten waren durch die Art der Einweisung und durch die Erfahrung im Flugvermessungseinsatz bedingt. Obwohl das Unternehmen im FBH als Voraussetzung für den Einsatz als Kommandant u.a. mindestens 600 Flugstunden im Messeinsatz festgelegt hatte, wurde er bereits nach 32 Flugstunden unter Aufsicht als Kommandant freigegeben. Laut Vorgabe im FBH wären 100 Flugstunden unter Aufsicht notwendig gewesen. Die Tatsache der frühen Freigabe als Kommandant führt die BFU auf die mit ca. 12 000 Flugstunden hohe Gesamtflugerfahrung und auf den Mangel an Luftfahrzeugführern im Unternehmen zurück. Der Personalmangel entstand, weil in den Jahren 1999-2000 drei verantwortliche Luftfahrzeugführer und sechs zweite Luftfahrzeugführer das Unternehmen verlassen hatten, während in dieser Zeit lediglich vier zweite Luftfahrzeugführer eingestellt wurden. Andererseits ist auch aus Sicht der BFU die oben genannte Vorgabe von 600 Stunden in der Flugvermessung vor dem Einsatz als Kommandant als hoch anzusehen.

Weder bei der Einstellung noch während der Flugeinsätze und Überprüfungsflüge hat das Luftfahrtunternehmen erkannt, dass der als Kommandant eingesetzte Luftfahrzeugführer zumindest bei einigen Flügen und mit bestimmten Besatzungsmitgliedern keine Bereitschaft zu einer verfahrensgerechten Zusammenarbeit mit den anderen Besatzungsmitgliedern zeigte. Ebenso wurde die dominierende Persönlichkeit und das hohe Selbstbewusstsein des Luftfahrzeugführers nicht erkannt. Zumindest wurden gegen diese Defizite keine Maßnahmen unternommen.

Gegen eine teamgerechte Zusammenarbeit im Cockpit sprach auch die Situation der zweiten Luftfahrzeugführer. Aus den Befragungen und Gesprächen mit den zweiten Luftfahrzeugführern wurde deutlich, dass für die zweiten Luftfahrzeugführer in der Regel keine Perspektive der Weiterentwicklung zum verantwortlichen Luftfahrzeugführer gegeben war. Ein unternehmensinterner Qualifikationsweg zum Kommandanten war nicht etabliert. Die Förderung zur Übernahme von Verantwortung war für die Gruppe der zweiten Luftfahrzeugführer nicht zu erkennen.

3. Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

- Das Luftfahrzeug war zum Verkehr zugelassen.

- Die Luftfahrzeugführer waren für die Durchführung des Fluges ausreichend lizenziert.
- Die vom Luftfahrtunternehmen für die Freigabe zum verantwortlichen Luftfahrzeugführer festgelegte Supervisions-Zeit von 100 Flugstunden im Messbetrieb wurde nicht eingehalten.
- Es gab keine Anzeichen auf ein Versagen der Flugzeugsteuerung oder einer Systemfehlfunktion während des Fluges oder vor dem Unfall.
- Das Flugzeug prallte im kontrollierten Sinkflug gegen einen quer zur Flugrichtung laufenden Höhenzug.
- Der Flug nach IFR wurde an der MRVA beendet.
- Die Voraussetzungen für einen Flugregelwechsel (IFR/VFR) waren nicht gegeben.
- Die Mindestwerte für Flugsicht und Abstand von Wolken waren nicht gegeben.
- Die sichere Mindesthöhe beim Anflug (MSA) wurde unterschritten.
- Keiner der Besatzungsmitglieder hatte einen ausreichenden Sichtkontakt zum Boden.
- Im Unfallgebiet herrschte eine Bodensicht von unter 500 m.
- Durch das Luftfahrtunternehmen im FBH festgelegte Anweisungen wurden durch die Besatzung nicht beachtet.
- Ein Teil des Anfluges wurde als NDB-/DME – Verfahren durchgeführt, obwohl das Verfahren noch nicht freigegeben war. Die für das Anflugverfahren vorgesehenen Höhen- und Entfernungsangaben wurden nicht eingehalten.
- Der verantwortliche Luftfahrzeugführer forderte vom Messingenieur navigatorische Unterstützung.
- Der Messingenieur hat die Unterstützung geleistet.
- Nach Abschluss des Flugvermessungsprogramms kamen für den Anflug auf Donaueschingen Navigationsdaten aus dem für Flugvermessungszwecke vorgesehene FMS III im Cockpit zur Darstellung.
- Ein „Approach Briefing“ fand nicht statt.
- Im FBH vorgesehene „Call Outs“ wurden nicht umgesetzt.
- Der zweite Luftfahrzeugführer war in Arbeitsabläufe und Entscheidungsprozesse im Cockpit nicht mit eingebunden.
- Auf ein Crew Coordination Concept (CCC) basierende Arbeitsverfahren kamen nicht zur Anwendung.

- Der zweite Luftfahrzeugführer war über das geplante Anflugverfahren nicht informiert. Obwohl dieser sein Unverständnis mehrfach zum Ausdruck brachte, wurde die Situation nicht aufgeklärt.

3.2 Ursachen

Der Unfall, bei dem das Flugzeug im VFR-Endanflug kontrolliert gegen einen bewaldeten Höhenzug flog, ist darauf zurückzuführen, dass

- ein Flugregelwechsel von IFR nach VFR durchgeführt wurde, obwohl die Voraussetzungen dafür nicht gegeben waren und
- der Sinkflug bei ungenügenden Sichtverhältnissen fortgesetzt wurde.

Beitragend zu den Ursachen war, dass

- kein „Approach Briefing“, keine „Call Outs“ und keine „Approach Checkliste“ benutzt wurden,
- der zweite Luftfahrzeugführer verfahrensmäßig in Arbeitsabläufe und Entscheidungsfindungen nicht mit eingebunden wurde,
- für den Anflug Navigationsdaten aus dem ausschließlich für Flugvermessungszwecke vorgesehenen Flight Management System (FMS III) verwendet wurden,
- durch den Messingenieur Navigationshilfe geleistet wurde.

4. Sicherheitsempfehlungen

Die BFU hat nach Abschluss der Untersuchungen folgende Sicherheitsempfehlungen herausgegeben:

Empfehlung Nr. 14/2002

Das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW) sollte für Luftfahrtunternehmen, die Luftfahrzeuge für sonstige Zwecke nach Instrumentenflugregeln (IFR) betreiben, eine rechtliche Grundlage schaffen, die eine Genehmigung und Aufsicht des Flugbetriebes durch das Luftfahrt-Bundesamt fordert.

Empfehlung Nr. 15/2002

Das Luftfahrt-Bundesamt sollte das Luftfahrtunternehmen veranlassen, die Erstellung der Betriebsanhandbücher nach JAR-OPS 1 deutsch zu priorisieren. Die Umsetzung der in den Handbüchern festgelegten Anweisungen und Verfahren sollte im Rahmen der Überwachung des Luftfahrtunternehmens verstärkt überprüft werden.

Empfehlung Nr. 16/2002

Das Luftfahrt-Bundesamt sollte im Rahmen des nach JAR-OPS 1.035 deutsch geforderten Qualitätssystems von dem Luftfahrtunternehmen ein Verfahren fordern, das durch unternehmensinterne Audits Mängel in der Verhaltens- und Arbeitsweise der Flugzeugbesatzungen aufzeigt.

5. Anlagen

- Anlage 1: Unfallstelle
- Anlage 2: Flugverlauf
- Anlage 3: Flugverlauf als Höhenprofil
- Anlage 4: Anflugkarte Donaueschingen/Villingen, Ausgabe: „Entwurf“ mit Flugverlauf
- Anlage 5: Anflugkarte Donaueschingen/Villingen, Ausgabe: Januar 2001
- Anlage 6: Luftraumstruktur
- Anlage 7: Auszug aus dem FBH : Cockpit Procedures
- Anlage 8: Informationsblatt der Flugbetriebsleitung an die Besatzungen
- Anlage 9: SHEL Modell

Braunschweig, den 15. Juli 2002

Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung

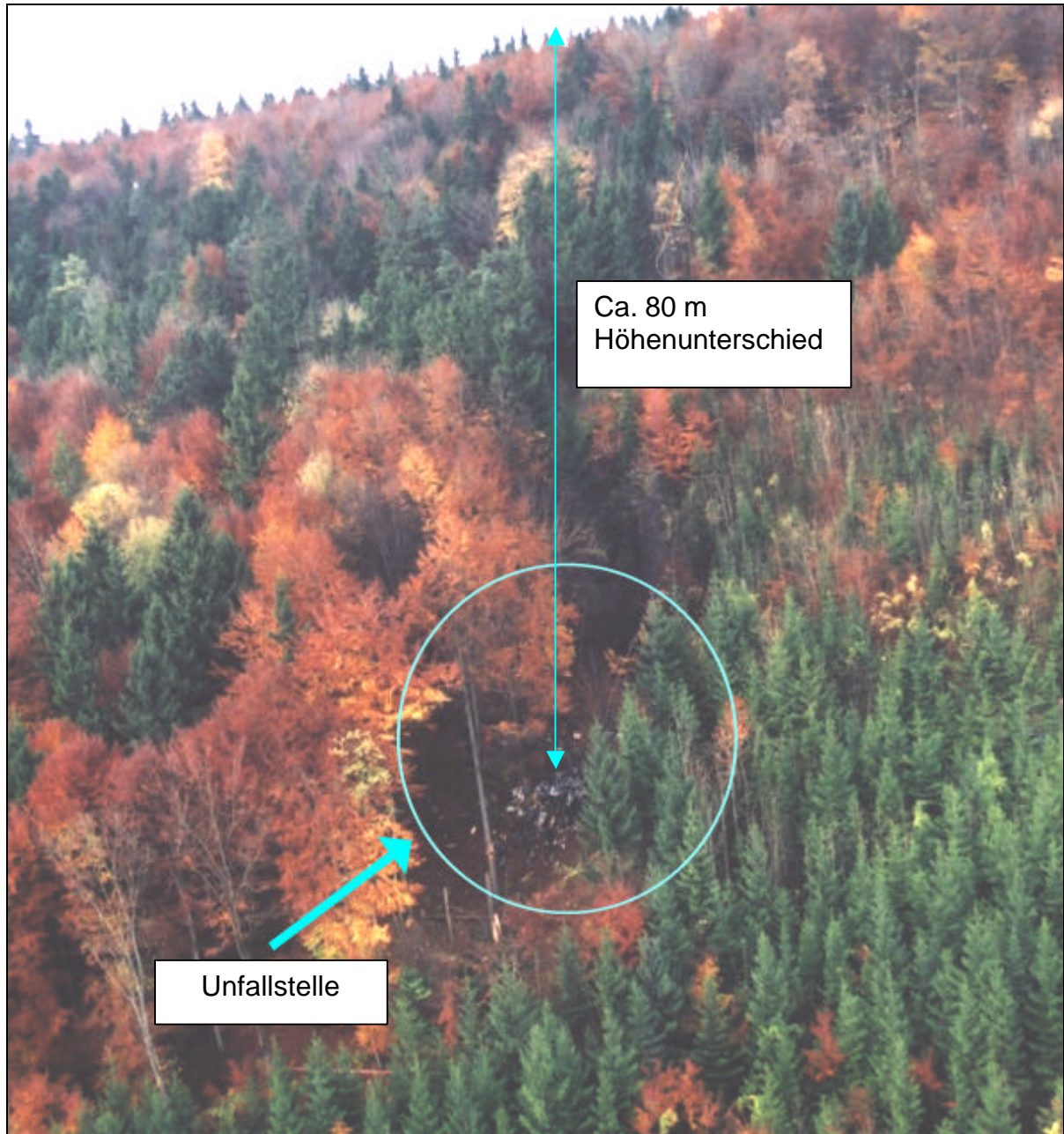
Im Auftrag

Johann Reuß

Untersuchungsführer

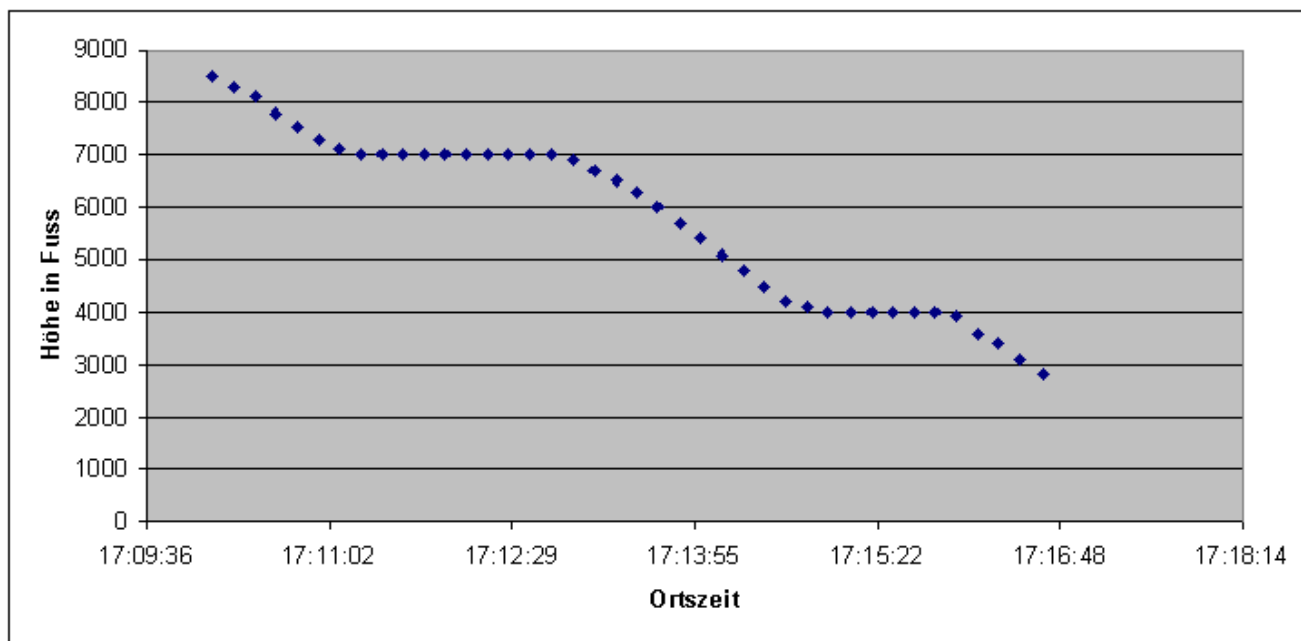
An der Untersuchung haben folgende Mitarbeiter mitgewirkt:

Hans Peters

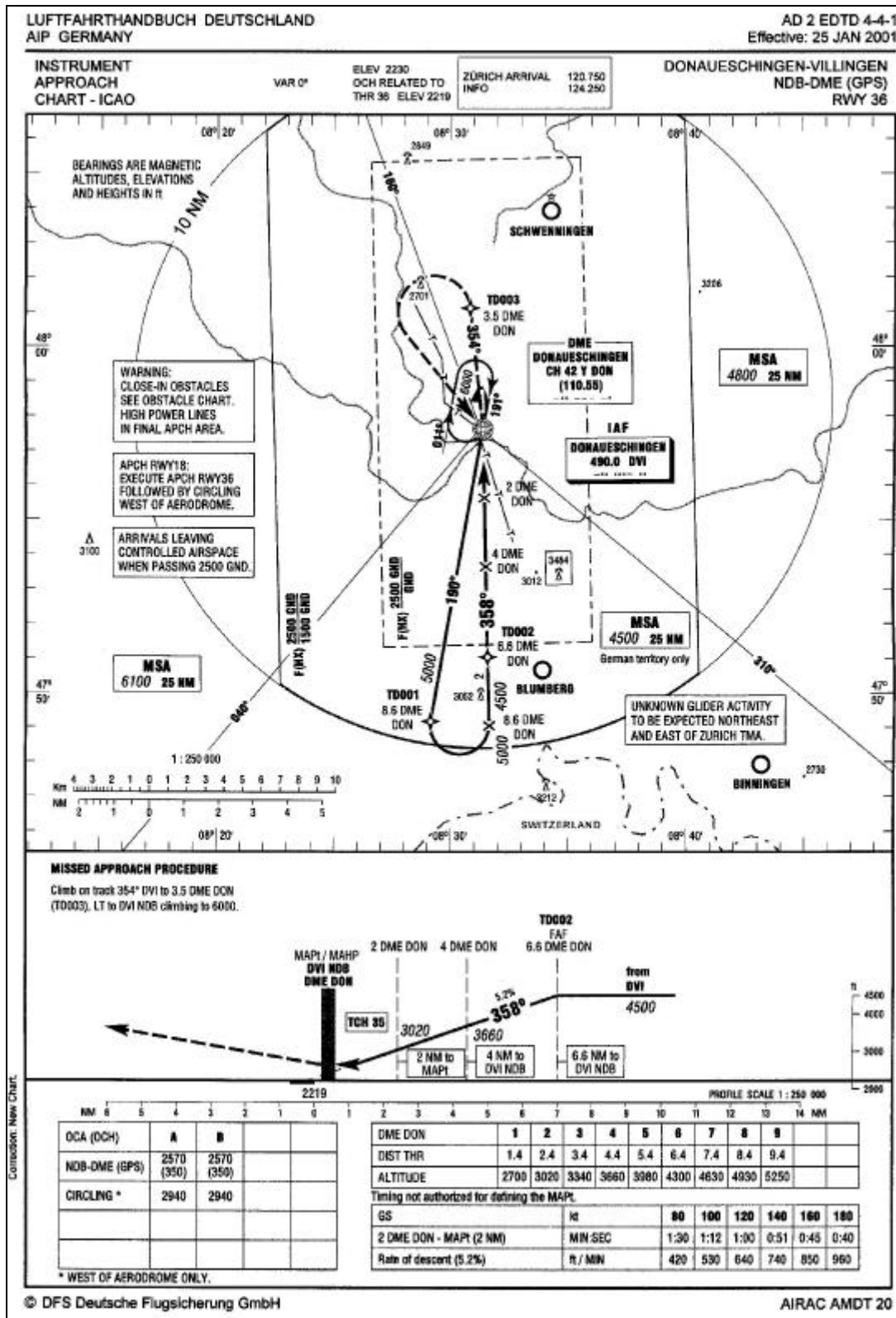


Unfallstelle in Nähe der Ortschaft Blumberg

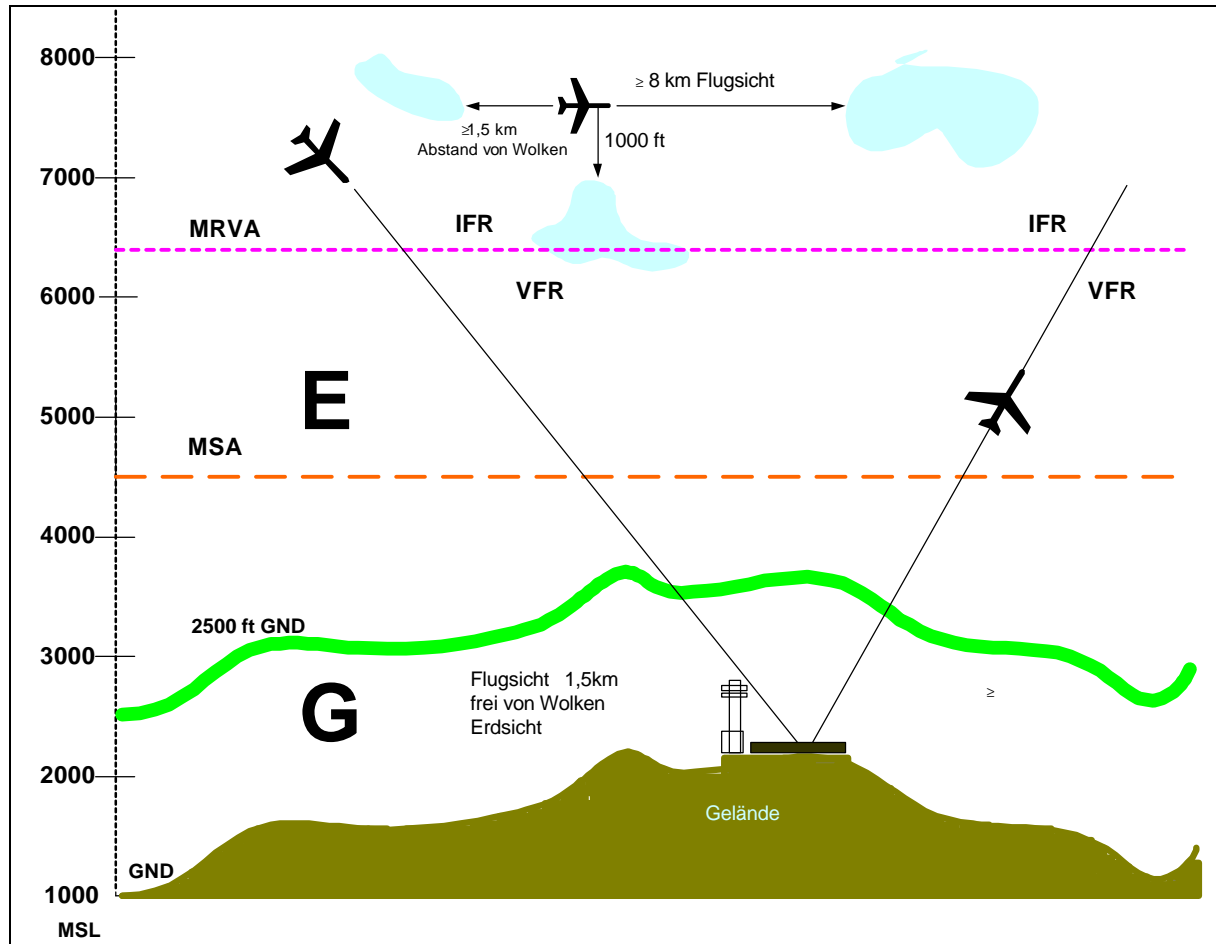
Anlage 3



Flugverlauf von 17:09 Uhr bis 17:17 Uhr als Höhenprofil



Anflugkarte Donauesschingen/Villingen, Ausgabe: Juli 2001



IFR-VFR / VFR-IFR Wechselfverfahren

MRVA: Radarführungsmindesthöhe (Minimum Radar Vectoring Altitude, MRVA)
Die niedrigste Höhe über NN im kontrollierten Luftraum, die für die Radarführung von IFR Flügen benutzt werden kann.

MSA: Sichere Mindesthöhe beim Anflug. (Minimum Sector Altitude)

E: Luftraum E; Kontrollierter Luftraum

G: Luftraum G; Unkontrollierter Luftraum

7.1 Cockpit Procedures

7.1.1 Allgemeine Verfahren

Zur sicheren Durchführung eines Fluges ist die effiziente Zusammenarbeit der Cockpit-Besatzung unabdingbare Voraussetzung. Das nachfolgende Kapitel beschreibt die grundsätzlichen Regeln der Zusammenarbeit im Cockpit der im Luftfahrtunternehmen eingesetzten Flugzeuge.

In der Regel sitzt der verantwortliche Flugzeugführer im Cockpit auf dem linken Sitz. Der Flugzeugführer, der die Maschine tatsächlich fliegt wird Pilot Flying, (PF) genannt, dies kann auch der Copilot sein. Der Flugbetriebsleiter kann hierzu, insbesondere zu Einweisungs-, Ausbildungs- und Supervisionzwecken, Ausnahmen zulassen.

Die grundsätzliche Arbeitsaufteilung im Cockpit der FII-Maschinen ist wie folgt festgelegt:

Der verantwortliche Flugzeugführer, bzw. bei Einweisungs oder Supervisionflügen, der links sitzende Pilot:

- startet die Triebwerke
- bewegt das Luftfahrzeug am Boden
- stellt die Funktionstests anhand der Checkliste sicher
- der PF delegiert einzelne Arbeitsschritte, wie Klappen fahren, Leistung und Navigationssysteme setzen durch klare Kommandos an den zweiten Flugzeugführer (Pilot Not Flying, PNF)

Der zweite Flugzeugführer Pilot Not Flying, PNF

- liest nach Aufforderung durch den PF die entsprechenden Checklisten
 - führt nach Aufforderung durch den PF die entsprechenden Arbeitsschritte durch und bestätigt ihre Ausführung klar und deutlich
 - führt den Sprechfunkverkehr
 - führt die Flugdurchführungsunterlagen
-

- setzt nach Aufforderung durch den PF die entsprechenden Navigationssysteme
- verfolgt die Einhaltung der festgelegten Flugroute und der Cockpitverfahren

Die Cockpit-Sprache an Bord der im Luftfahrtunternehmen eingesetzten Luftfahrzeuge ist Englisch. Kommandos müssen laut und deutlich gegeben werden. Für die im folgenden beschriebenen Arbeitsschritte sind Standardausdrücke festgelegt. Diese beschreiben gleichzeitig die Schritte, die der PF bei der Führung des Luftfahrzeuges an den PNF delegieren kann.

Zum Beispiel:

PF	PNF
"Gear up (down)!"	"Gear in transition" When lights out/ 3 green: "Gear up (down)!"
"Flaps up (1,2,Down)!"	"Flaps set up(...), running" When flaps are in position: "Flaps up (...)!"
"Set Climb Power!"	"Climb Power set"

Hallo, liebe Pilotenkollegen,

ich möchte mich mit zwei **großen** Bitten an Euch wenden:

1. Bitte

Bei den immer kürzeren Tagen im Herbst u. Winter ist es besonders wichtig, pünktlich vom Hof zu kommen. Wir haben im FBH die Regelung, bei Flügen ex Braunschweig die Flugdienstzeit nur 45 Min. vor dem Flug beginnen zu lassen. Das ist erfahrungsgemäß schon sehr knapp. Daher die Bitte und der Appell an Euch:

Optimiert Eure Flugvorbereitung so, daß Ihr **möglichst um 09:00 hier in BS vom Hofe** kommt!! Gelebtes Crew Resource Management bedeutet, daß die Workload entsprechend auf die M/L's und CO's verteilt wird!!

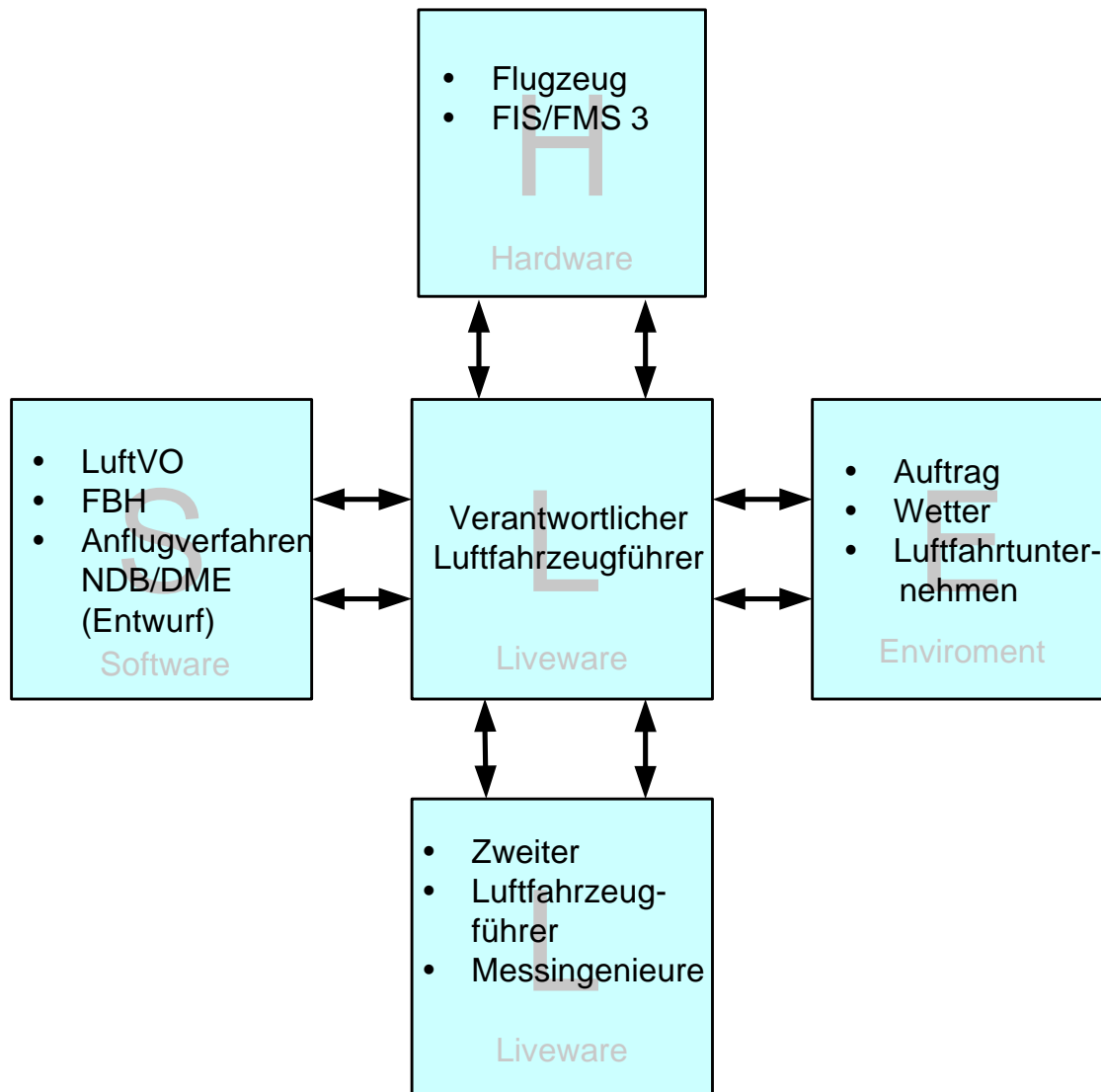
2. Bitte:

In unseren QM Seminaren haben wir uns verpflichtet, keine Kompromisse hinsichtlich „**safe Aircraft Operation**“ einzugehen. Im Klartext: keine (z.B.) 6NM-Kreise in IMC ohne ausreichenden Ground Contact, keine Unterschreitungen der Sicherheitsmindesthöhen nachts im Bereich von problematischem Gelände (6NM Kreis in 1000 ft über dem Taunus ist unsafe!!). Wir tun unserer Firma keinen Gefallen, die Vermessungen mit Krampf durchzuziehen, so gut wie es gemeint ist!! Bitte: **don't compromise Safety!!** Ich möchte Euch alle gesund wiedersehen!!

In diesem Sinne

PS: Kommentare hierzu sind erwünscht!

BRU, 06.10.00



Erläuterung:

Das „SHEL“ Modell, 1972 entwickelt von Prof. Edwards und 1975 durch Prof. Hawkins modifiziert, ist ein Modell für die „Mensch-Maschine“ Betrachtung unter Berücksichtigung der Interaktion des Menschen mit visualisierten Darstellungen, Verfahrensanweisungen und der Kommunikation.

Das „SHEL“ Modell berücksichtigt die Elemente

- S = Software (Verfahren, Verfahrensanweisungen,)
- H = Hardware (Flugzeug, Maschine, Technische Systeme)
- E = Enviroment (Situation, Auftrag, Luftfahrtunternehmen, Wetter)
- L = Liveware (Luftfahrzeugführer, Besatzungsmitglieder, Menschen)

Im Mittelpunkt bei dieser Betrachtung steht der Mensch „L“ mit seinen Variationen und Grenzen.