

Untersuchungsbericht

Identifikation

Art des Ereignisses:	Unfall
Datum:	23. Juni 2014
Ort:	nahe Olsberg-Elpe
Luftfahrzeuge:	1.) Flugzeug 2.) Flugzeug
Hersteller / Muster:	1.) Learjet Corporation / Learjet 35 A 2.) Eurofighter GmbH / Eurofighter
Personenschaden:	1.) Pilot und Copilot tödlich verletzt 2.) keiner
Sachschaden:	1.) Luftfahrzeug zerstört 2.) Luftfahrzeug schwer beschädigt
Drittschaden:	Flurschaden
Informationsquelle:	Untersuchung durch BFU
Aktenzeichen:	BFU 1X002-14

Die Untersuchung wurde in Übereinstimmung mit der Verordnung (EU) Nr. 996/2010 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Oktober 2010 über die Untersuchung und Verhütung von Unfällen und Störungen in der Zivillufffahrt und dem Gesetz über die Untersuchung von Unfällen und Störungen beim Betrieb ziviler Luftfahrzeuge (Flugunfalluntersuchungs-Gesetz - 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.

Herausgeber

Bundesstelle für
Flugunfalluntersuchung

Hermann-Blenk-Str. 16
38108 Braunschweig

Telefon 0 531 35 48 - 0
Telefax 0 531 35 48 - 246

Email: box@bfu-web.de
Internet: www.bfu-web.de

Inhalt	Seite
Identifikation	1
Abkürzungen	5
Kurzdarstellung	7
1. Sachverhalt	9
1.1 Ereignisse und Flugverlauf	9
1.2 Personenschaden.....	14
1.3 Schaden an den Luftfahrzeugen.....	14
1.4 Drittschaden	14
1.5 Angaben zu Personen	14
1.5.1 Besatzung des Learjet 35 A.....	14
1.5.1.1 Verantwortlicher Pilot.....	14
1.5.1.2 Copilot.....	15
1.5.2 Pilot des Eurofighter.....	16
1.6 Angaben zu den Luftfahrzeugen.....	16
1.6.1 Learjet 35 A.....	16
1.6.2 Eurofighter	17
1.7 Meteorologische Informationen	18
1.8 Navigationshilfen	18
1.9 Funkverkehr.....	18
1.10 Angaben zum Flugplatz	18
1.11 Flugdatenaufzeichnung	19
1.12 Unfallstelle und Feststellungen am Luftfahrzeug	20
1.12.1 Unfallstelle Learjet 35 A.....	20
1.12.2 Feststellungen am Eurofighter	21
1.13 Medizinische und pathologische Angaben.....	23
1.14 Brand.....	24
1.15 Überlebensaspekte.....	24
1.16 Versuche und Forschungsergebnisse	24
1.17 Organisationen und deren Verfahren.....	24
1.17.1 Verfahren im Luftfahrtunternehmen	24
1.17.1.1 Betriebshandbuch des Luftfahrtunternehmens	25
1.17.1.2 Safety Management System.....	27
1.17.2 Zulassung und Beaufsichtigung des Luftfahrtunternehmens	27
1.17.3 Verfahren der Luftwaffe	30
1.17.3.1 Renegade-Verfahren	30

1.17.3.2	Geplanter Übungsablauf.....	31
1.17.3.3	Flugbetriebshandbuch	32
1.17.4	Flugsicherungsorganisationen und -verfahren	33
1.17.5	Verfahren der Flugzieldarstellung in der Bundeswehr.....	34
1.18	Zusätzliche Informationen	35
1.18.1	Nationale luftrechtliche Festlegungen.....	35
1.18.2	Europäische luftrechtliche Vorschriften	37
1.18.3	Weitere internationale luftrechtliche Festlegungen.....	38
1.18.4	Festlegungen zu Electronic Flight Bags	41
1.19	Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken.....	42
2.	Beurteilung	43
2.1	Unfallgeschehen/Allgemeines	43
2.1.1	Analyse der Beschädigungen.....	43
2.1.2	Flugdatenanalyse	44
2.2	Handlungen von Personen.....	46
2.2.1	Pilot des Eurofighter	46
2.2.2	Besatzung des Learjet.....	49
2.2.3	Einsatzführungspersonal	52
2.3	Spezifische Bedingungen.....	54
2.4	Sicherheitsmechanismen	55
2.4.1	Verfahren im Luftfahrtunternehmen.....	55
2.4.2	Learjet-Besatzung – Crew Resource Management.....	56
2.4.3	Eurofighter-Piloten – Crew Resource Management	57
2.5	Organisatorische Aspekte	58
2.5.1	Organisatorische Aspekte im Luftfahrtunternehmen	58
2.5.2	Organisatorische Aspekte in der Luftwaffe	60
2.5.3	Externe organisatorische Aspekte.....	61
3.	Schlussfolgerungen.....	64
3.1	Befunde.....	64
3.2	Ursachen.....	67
4.	Sicherheitsempfehlungen	68
5.	Anlagen	70

Abkürzungen

AAL	Above Aerodrome Level (Höhe über Flugplatzniveau)
AIP	Aeronautical Information Publication (Luftfahrthandbuch)
AMC	Acceptable Means of Compliance
AMSL	Above Mean Sea Level (Höhe über Meeresniveau)
AOC	Air Operator Certificate
ARC	Airworthiness Review Certificate
ARO	Authority Requirements for Air Operations
BFU	Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
CAS	Calibrated Airspeed
CRC	Control and Reporting Centre
CRM	Crew Resource Management
CSMU	Crash Survivable Memory Unit
CVR	Cockpit Voice Recorder
DV	Durchführungsverordnung
DWD	Deutscher Wetterdienst
EASA	European Aviation Safety Agency
EFB	Electronic Flight Bag
FAA	Federal Aviation Administration
FBH	Flugbetriebshandbuch
FDR	Flight Data Recorder
FL	Flight Level (Flugfläche)
FIUUG	Flugunfalluntersuchungsgesetz
hPa	Hektopascal
ICAO	International Civil Aviation Organization

IMC	Instrument Meteorological Conditions
KIAS	Knots Indicated Airspeed (angezeigte Fluggeschwindigkeit in Knoten)
LBA	Luftfahrt-Bundesamt
LufABw	Luftfahrtamt der Bundeswehr
LuftBO	Betriebsordnung für Luftfahrtgerät
NATO	North Atlantic Treaty Organization
NfL	Nachrichten für Luftfahrer
NM	Nautische Meile
NTSB	National Transportation Safety Board
OAT	Operational Air Traffic
OM-A	Betriebshandbuch Teil A
PF	Pilot Flying
PIC	Pilot in Command
PMDS	Portable Maintenance Data Store
PNF	Pilot non Flying
POB	Persons On Board
QRA	Quick Reaction Alert
SAR	Search and Rescue
SMS	Safety Management System
SSP	State Safety Programme
VMC	Visual Meteorological Conditions

Kurzdarstellung

Die Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung (BFU) wurde am 23.06.2014 um 15:22 Uhr¹ durch die Bundeswehr darüber informiert, dass es bei einer militärischen Abfangübung zu einer Kollision eines zivilen Flugzeuges Learjet 35 A (Learjet) und einem Eurofighter der Luftwaffe gekommen war.

Gemäß Flugunfalluntersuchungsgesetz (FluUG) werden Unfälle und Störungen, an denen zivile und militärische Luftfahrzeuge beteiligt sind, federführend von der zivilen BFU untersucht.

Die BFU entsandte unverzüglich ein Team von fünf Untersuchern an die Unfallstelle. Die militärische Flugunfalluntersuchungsbehörde, Abteilung Flugsicherheit in der Bundeswehr (AbtFISichhBw), unterstützte die BFU bei der Untersuchung des Flugunfalls.

Der Learjet eines auf bemannte Flugzieldarstellung spezialisierten zivilen Luftfahrtunternehmens war auf dem Flugplatz Hohn gestartet und zunächst nach Instrumentenflugregeln (IFR) in südliche Richtung geflogen. Nach einem Wechsel der Flugregeln flog der Learjet zur Zeit des Flugunfalls nach Sichtflugregeln (VFR) im Luftraum E in nördliche Richtung.

Eine Formation zweier in Nörvenich gestarteter Eurofighter hatte den Auftrag, eine sogenannte Renegade-Übung durchzuführen, bei der das unbekannte zivile Luftfahrzeug abgefangen, identifiziert und zu einem Militärflugplatz geleitet werden sollte.

Nach der Kollision mit einem der Eurofighter prallte der Learjet auf den Boden. Die Piloten des Learjet erlitten tödliche Verletzungen, das Luftfahrzeug wurde zerstört. Der Pilot des Eurofighter konnte das schwer beschädigte Flugzeug auf dem Militärflugplatz Nörvenich landen.

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

Der Flugunfall ist auf folgende Ursachen zurückzuführen:

Unmittelbare Ursachen:

- Bei der Positionierung für die Intervention wurde ein Kollisionsrisiko aufgrund unerwarteter Manöver des abgefangenen Flugzeuges nicht hinreichend berücksichtigt.
- Bei der Durchführung der Übung berücksichtigte die Besatzung des Learjet in ihrer Entscheidung über die Aufgabenverteilung nicht hinreichend die Risiken infolge möglicher Sichteinschränkungen sowie einer Ablenkung durch die Nutzung des Computers.

Aufgrund unzureichenden Situationsbewusstseins während der Intervention setzte die Learjet-Besatzung den Kurvenflug trotz Verlust des Sichtkontakts zum an der Kurveninnenseite fliegenden Eurofighter fort und nahm dabei eine exzessive Querneigung ein.

Systemische Ursachen:

- Im Luftfahrtunternehmen waren keine detaillierten Vorgaben gemacht, wie die Aufgaben in der Besatzung bei einer Renegade-Übung verteilt werden sollten.
- Das Training für das Abfangen eines unbekanntes Luftfahrzeuges (Renegade) war weder bei dem mit der Flugzieldarstellung beauftragten Luftfahrtunternehmen noch bei der Luftwaffe ausreichend beschrieben und durch entsprechende Risikoanalysen betrachtet worden.

Zur Vorbeugung künftiger Flugunfälle hat die BFU insgesamt sechs Sicherheitsempfehlungen herausgegeben. Die Sicherheitsempfehlungen richten sich an das Luftfahrtunternehmen, das Luftfahrt-Bundesamt (LBA), die Europäische Agentur für Flugsicherheit (EASA) und das Luftfahrtamt der Bundeswehr (LufABw).

1. Sachverhalt

1.1 Ereignisse und Flugverlauf

Das Flugzeug Learjet war um 13:04 Uhr auf der Piste 26 des Flugplatzes Hohn mit zwei Piloten an Bord gestartet. Es war geplant, eine militärische Übung zum Abfangen und Identifizieren eines zivilen Luftfahrzeuges (Renegade-Übung) durchzuführen. Laut Aufzeichnungen des Cockpit Voice Recorders (CVR) wurde das Flugzeug durch den Copiloten als Pilot Flying (PF) gesteuert, während der verantwortliche Pilot (PIC) als Pilot Non Flying (PNF) den Funk und die Navigation durchführte. Für die Bestimmung der aktuellen Position des Luftfahrzeuges und von Entfernungen nutzte er einen portablen Computer.

Aus den Aufzeichnungen des Flugdatenschreibers (FDR) des Learjet ging hervor, dass das Flugzeug nach dem Start in südliche Richtung kurvte und bis auf Flugfläche (FL) 350 stieg. Nach einem etwa 15-minütigen Flug in FL350 ging das Flugzeug in den Sinkflug über und erreichte um 13:56 Uhr eine Höhe von 5 000 ft AMSL.

Das Flugzeug flog im Bereich des Militärflugplatzes Ramstein drei Vollkreise, bevor es den Flug in nördliche Richtung fortsetzte. Um 14:00:27 Uhr sagte der Copilot: „Du sagst dann Bescheid, wenn du übernehmen willst, ja?“ Der PIC antwortete: „Du, das lass uns mal nach Büchel machen. Solange mach ich hier weiter.“

Während der Übung, die im Luftraum E stattfand, standen die beteiligten Luftfahrzeuge auf verschiedenen Funkfrequenzen mit Jägerleitoffizieren einer militärischen Radarflugmelde- und Leitzentrale (Control and Reporting Centre (CRC)) in Kontakt. Die Arbeitsplätze der Jägerleitoffiziere im CRC befanden sich direkt nebeneinander.

Um 14:19:45 Uhr erteilte der Jägerleitoffizier der Besatzung des Learjet die Anweisung: “[...] climb to eight-thousand feet.” Darauf begann der Learjet den Steigflug. Nach etwa einer Minute wies der Jägerleitoffizier die Besatzung an: “[...] start a right-hand delay turn“ und informierte darüber, dass die zwei Eurofighter soeben in Nörvenich gestartet seien. Dies wurde bestätigt. Nach einem Vollkreis erreichte der Learjet um ca. 14:22 Uhr eine Höhe von 8 000 ft AMSL.

Die Formation der beiden Eurofighter war laut Aufzeichnungen auf dem Militärflugplatz Nörvenich um 14:20 Uhr gestartet. Nach dem Start nahm die Formation Funkkontakt mit dem CRC auf. Der Jägerleitoffizier übernahm die Radarführung der beiden Flugzeuge. Der Flug führte zunächst in östliche Richtung. Fünf Minuten nach

dem Start erteilte der Jägerleitoffizier der Eurofighter-Formation die Anweisung, den Transponder simuliert auf Standby zu schalten.

Auf Anfrage des Jägerleitoffiziers meldete der Pilot des die Formation anführenden Eurofighter um 14:26:31 Uhr, dass er das zu identifizierende Luftfahrzeug in Sicht habe (Standard-Kurzwort „TALLY“). Zu diesem Zeitpunkt waren die beiden Flugzeuge etwa sechs nautische Meilen (NM) von dem Learjet entfernt in einer Höhe von ca. 3 300 ft AMSL. Der Jägerleitoffizier erteilte die Freigabe, auf die Flughöhe des zu identifizierenden Luftfahrzeuges zu steigen und wies eine Linkskurve auf 030° an.

Die Besatzung des Learjet wurde über Funk um 14:27:00 Uhr darüber informiert, dass die Eurofighter-Piloten Sichtkontakt zu dem Learjet gemeldet hatten.

Um 14:27:26 Uhr bestätigte der Pilot des ersten Eurofighter die Kursanweisung und teilte mit, dass er die weitere Annäherung ohne Radarführung durch den Jägerleitoffizier durchführen werde („JUDY“). Dies wurde durch den Jägerleitoffizier bestätigt mit der ergänzenden Information über das Zielflugzeug: “[...] is a declared probable Renegade. You can expect three POB, two pilots and one probable hijacker.”

Laut Aufzeichnungen des CVR sagte der verantwortliche Pilot (PIC) des Learjet um 14:27:56 Uhr: „Airspace, alles gut.“ Der Copilot bestätigte.

Während der erste Eurofighter den Learjet um 14:28 Uhr von achtern erreichte, folgte der zweite Eurofighter in einem Abstand von etwa 2 NM, ca. 1 000 ft tiefer. Um 14:29:14 Uhr, nachdem er den Jägerleitoffizier gefragt hatte “[...] ready to copy ID?“, begann der Pilot des ersten Eurofighter die Merkmale des angesteuerten Flugzeuges wie Farbe und Kennzeichnung sowie seine Beobachtungen zu beschreiben. Dabei teilte er zusätzlich mit, dass die Jalousie an dem ersten Fenster hinter der Einstiegstür des Learjet geschlossen sei, die Piloten im Cockpit Kappen trügen und ein Getränk zu sich nähmen und er keine Anzeichen einer dritten Person an Bord wahrnehme. Die Übermittlung dieser Informationen dauerte etwa zweieinhalb Minuten. Der Jägerleitoffizier erwiderte: “[...] copy all, stand by for follow on task.“

Laut CVR-Aufzeichnungen teilte der PIC des Learjet seinem Copiloten um 14:29:21 Uhr mit: „Da kommt er links. Speed up two fünfzig.“ Der Flugdatenschreiber zeichnete in dieser Phase eine Leistungserhöhung der Triebwerke und den Anstieg der angezeigten Geschwindigkeit auf etwa 250 kt auf. Der Jägerleitoffizier informierte die Besatzung um 14:34:10 Uhr: “[...] for your information the QRA will perform an obey-check on your left side and after three minutes you should obey.“ Der PIC antwortete: “That’s copied. And so far no calls heard on sim guard.”

Um 14:34:10 Uhr wies der Jägerleitoffizier den Piloten des Eurofighter an, zu prüfen, ob der Learjet seinen Anweisungen Folge leiste (Obey Check) und ihm in südwestliche Richtung folge. Daraufhin flog der Eurofighter nach Aussage des Eurofighter-Piloten in eine Position leicht erhöht links vor den Learjet. Aus den FDR-Daten ging hervor, dass der in Richtung 030° fliegende Eurofighter wechselseitig mehrfach um die Längsachse rollte, dann nach links bis auf etwa 018° kurvte und auf eine Flugrichtung von 025° zurückkehrte. Um 14:35:04 Uhr antwortete der Pilot: "Aircraft is not obeying he is not turning." Er ergänzte: "[...] only waving at me they are not following left hand turn."

Die Besatzung des Learjet teilte dem Jägerleitoffizier um 14:35:30 Uhr mit: "We received a first wing-rock, we're waiting three minutes and then obey." Der Jägerleitoffizier bestätigte die Information. Laut CVR-Aufzeichnungen sagte der PIC des Learjet um 14:36:43 Uhr: „Airspace ist noch gut. Nach Paderborn wollen wir natürlich nicht rein. Anderthalb Minuten sind rum. Nicht dass wir uns hier in die Ecke fahren mit dem Airspace, gleich. Aber das passt noch, zwei Minuten, dann sind wir da. Eine Minute haben wir noch, das wäre hier und dann haben wir noch genügend Raum überall irgendwas zu machen.“

Der Pilot des Eurofighter begann um 14:37:25 Uhr die Besatzung des Learjet über eine für die Übung festgelegte Funkfrequenz zu rufen.

Nachdem der PIC um 14:37:27 Uhr sagte: „So, zwei Minuten rum. Jetzt zweieinhalb. Das heißt, wenn er nochmal wackelt, dann reagieren wir“, antwortete der Copilot „in Ordnung“.

Der Jägerleitoffizier erteilte um 14:38:00 Uhr Anweisung an den Eurofighter-Piloten: "Try again if the aircraft is obeying your orders and again heading is south-west I authenticate at minute three eight [...]" Nach Aussage des Eurofighter-Piloten positionierte er sein Flugzeug darauf erneut leicht erhöht und vor dem Learjet.

Der PIC des Learjet sagte um 14:38:02 Uhr: „So, jetzt kommt er noch mal 'n bisschen nach vorne. Vielleicht macht er noch mal was [...].“

Um 14:38:10 Uhr sprach der Jägerleitoffizier die Learjet-Besatzung an: "[...] for your information, you overwhelmed the hijacker and now you will obey the orders of the QRA and call them on the guard." Dieser Funkspruch endete um 14:38:22 Uhr.

Der Eurofighter begann laut den Aufzeichnungen des FDR um 14:38:10 Uhr wiederum wechselseitig um die Längsachse zu rollen und ging dann um 14:38:16 Uhr in

eine Linkskurve über. Die Querneigung erreichte zwei Sekunden später etwa 20° und stieg in weiteren zwei Sekunden auf einen Wert von ca. 27°.

Laut Aufzeichnungen des FDR des Learjet wurde der Autopilot um 14:38:13 Uhr abgeschaltet und das Luftfahrzeug hatte eine Sekunde später eine Querneigung von ca. 5° nach rechts eingenommen. Die Querneigung ging nach einer Sekunde auf ca. 3° zurück und vergrößerte sich bis 14:38:16 Uhr wieder auf etwa 5° rechts. Das Flugzeug ging in eine Linkskurve über und hatte um 14:38:18 Uhr eine linke Querneigung von 4°, als der Copilot sagte: „Kannst du mal nehmen, ich kann den nicht mehr sehen.“ Eine Sekunde später, um 14:38:19 Uhr, wurde die Leistung N1 der beiden Triebwerke von etwa 73% auf ca. 88% erhöht. Die linke Querneigung des Flugzeuges hatte zu diesem Zeitpunkt 13° erreicht und nahm weiter zu.

Um 14:38:22 Uhr sagte der Pilot des Eurofighter: “Now the aircraft is responding by rocking wings and following in a left hand turn.” Im Verlauf dieses vier Sekunden dauernden Funkspruchs und den nächsten zwei Sekunden bis zur Kollision blieben Flughöhe, angezeigte Fluggeschwindigkeit und Querneigung des Eurofighter annähernd konstant.

Der PIC des Learjet hatte den Funkspruch des Jägerleitoffiziers um 14:38:23 Uhr mit „Roger“ beantwortet. In den nachfolgenden drei Sekunden wurde die Triebwerksleistung N1 auf ca. 80% reduziert. Um 14:38:26 Uhr sagte der PIC: „Nimm mal den Computer.“ Zu diesem Zeitpunkt betrug die linke Querneigung 52°. Um 14:38:28 Uhr zeichnete der CVR dumpfe Geräusche auf, bevor die Aufzeichnung nach einer Sekunde stoppte.

Zum Kollisionszeitpunkt zeichnete der FDR des Learjet einen Steuerkurs von 358° und eine Querneigung von 46° nach links und der FDR des Eurofighter einen Steuerkurs von 001° und eine Querneigung von 26° nach links auf.

Zwanzig Sekunden nach der Kollision, um 14:38:48 Uhr, wurde der Funkspruch des Piloten des Eurofighter “Mayday, mayday, mayday!”, aufgezeichnet.

Der Learjet prallte im Bereich der Ortschaft Olsberg-Elpe auf den Boden. Die beiden Piloten erlitten tödliche Verletzungen, das Luftfahrzeug wurde zerstört.

Der Pilot des ersten Eurofighter informierte den Jägerleitoffizier um 14:39:09 Uhr: “[...] crashed with Learjet probably [...] left-hand turn direct inbound Nörvenich declaring emergency.” Der Jägerleitoffizier forderte den Piloten auf, den Emergency Transpondercode einzustellen. Dies wurde bestätigt.

Um 14:42:45 Uhr sprach der Pilot des zweiten Eurofighter den Jägerleitoffizier an und übermittelte die Koordinaten der Absturzstelle des Learjet. Um 14:43:25 Uhr forderte der Pilot des zweiten Eurofighter den Jägerleitoffizier auf, eine Freigabe zum Direktanflug nach Nörvenich zu erteilen. Der Jägerleitoffizier erkundigte sich bei dem Piloten des ersten Eurofighter, ob dieser die Unterstützung des zweiten Flugzeuges noch benötige.

Auf die Frage des Jägerleitoffiziers an den zweiten Eurofighter-Piloten, ob er an den Absturzort fliegen könne, entgegnete dieser „[...] Currently doing a structural damage check [...] severely damaged on the right hand side he needs my assistance right now.“ Danach ergänzte er: ”Able to come back to downed aircraft position once he is save down in Nörvenich.”

Um 14:45:56 Uhr forderte der Jägerleitoffizier die Eurofighter zum Frequenzwechsel auf die militärische Flugverkehrskontrollstelle Nörvenich auf.

Nach Aussage des Piloten des ersten Eurofighter beschleunigten die beiden Abfangjagdflugzeuge nach dem Start auf Anweisung des Jägerleitoffiziers auf etwa 450 KIAS. Die beiden Flugzeuge hätten sich von unten links dem Learjet angenähert. Durch das Fliegen von Kurven und das Betätigen der Air Brake verringerte der Pilot die Geschwindigkeit des Eurofighter. Er sei von hinten kommend mit leichtem Geschwindigkeitsüberschuss links neben den Learjet geflogen und habe eine Identifizierung durchgeführt. Anschließend habe er den Obey Check durchgeführt. Zunächst habe die Besatzung des Learjet darauf nicht reagiert. Auf seine Versuche, den Learjet über die Übungsfrequenz zu rufen, habe dessen Besatzung nicht geantwortet. Auf seinen erneuten Obey Check habe der Learjet dann reagiert. Daraufhin habe er eine Linkskurve mit 15-25° Querneigung eingeleitet. Er habe ins Cockpit geschaut, als er eine Erschütterung wahrnahm. Das andere Flugzeug sei dann verschwunden gewesen. Er habe im Spiegel schwarzen Rauch gesehen. Daraufhin habe er über Funk den Notruf abgesetzt und die Übung abgebrochen. Er gab an, dass die Schubregelung des rechten Triebwerks bei 75-85% NH blockiert gewesen sei und er deswegen das Triebwerk kurz vor der Landung abgestellt habe.

Der Eurofighter landete um 14:58 Uhr auf der Piste 07 in Nörvenich.

Der Pilot des zweiten Eurofighter gab an, dass er wie vorgesehen 1,5-2 NM hinter den beiden anderen Luftfahrzeugen geflogen sei. Der Pilot des ersten Eurofighter habe sein Flugzeug links neben den Learjet gesteuert. Aus seiner Position heraus habe er nicht sehen können, ob die Flugzeuge mit den Tragflächen wackelten.

Nachdem er gerade die Anzeigen in seinem Cockpit geprüft hatte, bemerkte er eine „kleine Explosion“. Die Videoaufzeichnung des Head Up Displays zeigte einen etwa zwei Sekunden anhaltenden Feuerschein und dann eine schwarze Rauchwolke. Kurze Zeit später habe er den Notruf des Piloten des ersten Eurofighter gehört. Nachdem er den beschädigten Eurofighter nach Nörvenich begleitet hatte, flog er sein Flugzeug zum Flughafen Köln-Bonn und landete dort um 15:05 Uhr.

1.2 Personenschaden

Verletzte	Besatzung	Passagiere	Außenstehende
Tödlich	2	-	-
Schwer	-	-	-
Leicht/Ohne	1	-	-

1.3 Schaden an den Luftfahrzeugen

Der Learjet wurde zerstört.

Der Eurofighter wurde schwer beschädigt.

1.4 Drittschaden

Es entstand Flurschaden.

1.5 Angaben zu Personen

1.5.1 Besatzung des Learjet 35 A

1.5.1.1 Verantwortlicher Pilot

Der 50-jährige verantwortliche Pilot (PIC) war im Besitz einer Lizenz für Verkehrspiloten (ATPL A) der Europäischen Union gemäß Teil-FCL, erstmalig ausgestellt durch das Luftfahrt-Bundesamt (LBA) am 11.12.2013, gültig bis 16.02.2015. Die Berechtigung als PIC auf dem Muster Learjet 20/30 sowie die Instrumentenflugberechtigung (IR) waren ebenfalls bis 16.02.2015 gültig.

Sein medizinisches Tauglichkeitszeugnis Klasse 1 war zuletzt am 25.09.2013 ausgestellt worden und bis 15.10.2014 gültig.

Er hatte eine Gesamtflugerfahrung von ca. 7 505 Stunden, davon 3 554 Stunden auf dem Muster. Etwa 3 935 Stunden seiner Gesamtflugerfahrung hatte er als Pilot auf Militärflugzeugen absolviert. Der Pilot war in seiner Bundeswehrzeit unter anderem als Fluglehrer in der militärischen Jetpilotenausbildung in den USA tätig. Vor dem Flugunfall war er laut Aufzeichnungen des Luftfahrtunternehmens zuletzt am 16.06.2014 geflogen. Innerhalb der letzten 30 Tage hatte er etwa 21 Flugstunden (davon als PIC ca. 10 Stunden und als Copilot ca. 11 Stunden) und innerhalb der letzten 90 Tage etwa 62 Flugstunden (als PIC ca. 41 Stunden, als Copilot ca. 21 Stunden) absolviert.

Der Pilot war seit 01.01.2004 im Unternehmen als Pilot beschäftigt. Dort war er zunächst als Copilot und seit Mai 2007 als PIC eingesetzt. Seine letzte Befähigungsüberprüfung (Proficiency Check gemäß OPS 1.965 sowie OPS 1.968) war am 22.05.2014 eingetragen. Laut Dokumentation des Luftfahrtunternehmens hatte der Flugzeugführer innerhalb der letzten fünf Jahre, am 16.12.2013 und 28.02.2013, am 11.01.2012 sowie am 18.12.2010 an einer jeweils eintägigen CRM-Schulungsveranstaltung (CRM-Recurrent-Training) teilgenommen.

Der Flugzeugführer hatte laut Luftfahrtunternehmen zuletzt am 08.11.2010 eine sogenannte Renegade/QRA-Mission geflogen, d.h. eine Militärübung, bei dem das Zivilflugzeug so operiert, dass es den Verdacht eines terroristischen Angriffs auslöst.

1.5.1.2 Copilot

Der 43 Jahre alte Copilot besaß eine Lizenz für Verkehrspiloten (ATPL A) der Europäischen Union gemäß Teil-FCL, erstmalig ausgestellt durch das LBA am 22.01.2014, mit der Berechtigung als Copilot auf dem Muster Learjet 20/30 sowie der Instrumentenflugberechtigung (IR), gültig bis 30.06.2015.

Sein medizinisches Tauglichkeitszeugnis Klasse 1 war zuletzt am 05.05.2014 ausgestellt worden und bis 19.05.2015 gültig.

Der Pilot hatte eine Gesamtflugerfahrung von ca. 3 560 Stunden, davon etwa 745 Stunden auf dem Muster. Er hatte 2 814 Stunden auf Militärflugzeugen geflogen. In seiner Militärzeit wurde der Pilot nach Angaben des Luftfahrtunternehmens unter anderem als Fluglehrer bei der Ausbildung von Jetpiloten in den USA eingesetzt. In dem Luftfahrtunternehmen war der Pilot seit 01.07.2012 tätig. Der Pilot war zuletzt am 19.06.2014 geflogen. Innerhalb der letzten 30 Tage hatte er ca. 39 Flugstunden und innerhalb der letzten 90 Tage 92 Flugstunden durchgeführt. Gemeinsam mit

dem PIC hatte der Copilot einschließlich des Unfallfluges zehn Flüge mit insgesamt etwa 22 Flugstunden durchgeführt.

Am 03.04.2014 hatte der Flugzeugführer zuletzt eine Befähigungsüberprüfung (Operator Proficiency Check gemäß OPS 1.965) absolviert. Aus der Dokumentation des Luftfahrtunternehmens ging hervor, dass der Flugzeugführer am 16.12.2013 und am 12.12.2012 jeweils an einer eintägigen Schulungsveranstaltung (CRM-Recurrent-Training) teilgenommen hatte.

Nach Angaben des Unternehmens hatte der Copilot am 25.11.2013 an einer weiteren sogenannten Renegade-Mission teilgenommen.

1.5.2 Pilot des Eurofighter

Der 33-jährige Pilot besaß einen Militärluftfahrzeugführerschein, erstmalig ausgestellt am 02.07.2004, gültig bis 17.12.2014, mit Instrumentenflugberechtigung und Musterberechtigung Eurofighter.

Seine Gesamtflugerfahrung betrug ca. 1 465 Stunden, davon 406 Stunden auf dem Muster. Innerhalb der letzten 60 Tage hatte er zwölf, in den letzten 90 Tagen 17 Stunden auf dem Muster geflogen. Im Jahr 2013 hatte der Pilot ca. 167 Flugstunden absolviert und zudem im Simulator 34 Stunden geflogen.

Der Pilot hatte im Jahr 2014 siebzehn und im Vorjahr zweiundvierzig Missionen zum Abfangen bzw. zur Identifizierung von Luftfahrzeugen geflogen. Nach Angaben des Piloten wurden diese Missionen häufig nach der Identifizierung ohne Intervention beendet.

1.6 Angaben zu den Luftfahrzeugen

1.6.1 Learjet 35 A

Der Learjet 35 A ist ein zweistrahliges Geschäftsreiseflugzeug in Metallbauweise. Das Flugzeug ist als Tiefdecker ausgelegt und hat ein T-Leitwerk. Das Flugzeug war in Deutschland zum Verkehr zugelassen.

Hersteller:	Learjet Corporation
Muster:	Learjet 35 A
Werknummer:	35A-612
Baujahr:	1986

Gesamtbetriebszeit:	ca. 8 259 Stunden
MTOM:	8 890 kg
Rumpflänge:	14,84 m
Spannweite:	12,07 m
Triebwerke:	Honeywell TFE731-2-2B

Die Bescheinigung über die Prüfung der Lufttüchtigkeit (ARC) war zuletzt am 19.02.2014 ausgestellt worden und bis 27.01.2015 gültig. Der vordere Rumpf des Flugzeuges war etwa bis zu den Tragflächen weiß und der hintere Teil dunkelblau lackiert.

Jeder der Piloten des Luftfahrtunternehmens verfügte über einen firmeneigenen Computer (nutzbar als Notebook oder Tablet), der an Bord des Flugzeuges mitgeführt wurde. Der Computer enthielt unter anderem das Betriebshandbuch (OM) des Luftfahrtunternehmens sowie Navigationssoftware mit Moving-Map-Funktion. Nach Angaben des Computerherstellers war das Gerät 271 mm breit, 49 mm hoch und 216 mm tief und wog inklusive Akku ca. 2,3 kg.

Das National Transportation Safety Board (NTSB) stellte der BFU für die Untersuchung zur Ermittlung der Sichtmöglichkeiten aus dem Cockpit des Flugzeugmusters Learjet 35 die Dokumentation der amerikanischen Luftfahrtbehörde (FAA) zur Verfügung.

1.6.2 Eurofighter

Der Eurofighter ist ein einsitziges, zweistrahliges Mehrzweckkampfflugzeug in Gemischtbauweise. Das Flugzeug hat Deltaflügel und ist als Entenflügler (Canard) ausgelegt.

Das Luftfahrzeug hatte eine deutsche militärische Verkehrszulassung.

Hersteller:	Eurofighter GmbH
Muster:	Eurofighter
Werknummer:	GS0070
Baujahr:	2012
MTOM:	mehr als 23 500 kg
Rumpflänge:	15,96 m

Spannweite: 10,95 m

Triebwerke: Eurojet EJ200

Das Luftfahrzeug hatte eine Gesamtbetriebszeit von ca. 329 Stunden.

Das Flugzeug war unter den Tragflächen an der Center Wing Station mit je einem 1 000 Liter Kraftstoff fassenden Außentank bestückt. Unter der linken Tragfläche an der Outboard Wing Station trug das Flugzeug an einem nicht fest verbauten Pylon eine Startschiene mit einer Luft/Luft-Trainingsrakete. An der Outboard Wing Station unter der rechten Tragfläche befand sich ein nicht fest verbauter Pylon mit einer Startschiene.

1.7 Meteorologische Informationen

Zur Unfallzeit herrschten Sichtflugwetterbedingungen. Nach Auskunft des Deutschen Wetterdienstes (DWD) herrschten folgende Wetterbedingungen:

Bewölkung: 3-4 Achtel Cumulus in 4 500 ft AMSL,
5-7 Achtel Cirrus in FL180

Sicht: mehr als 10 km

Luftdruck (QNH): 1 018 hPa

1.8 Navigationshilfen

Nicht betroffen.

1.9 Funkverkehr

Der Funkverkehr sowie die Telefongespräche der Jägerleitoffiziere wurden aufgezeichnet und standen der BFU zur Auswertung zur Verfügung.

1.10 Angaben zum Flugplatz

Nicht betroffen.

1.11 Flugdatenaufzeichnung

Sowohl der Learjet als auch die beiden Eurofighter waren mit je einem Cockpit Voice Recorder und einem Flugdatenschreiber ausgerüstet. Diese Daten sowie die Videoaufzeichnungen der Head Up Displays der beiden Abfangjagdflugzeuge wurden ausgelesen und standen für die Untersuchung zur Verfügung.

Der FDR des Learjet, Typ F1000, hergestellt von der Firma L-3com (p/n: S703-1000-00, s/n: 2257), zeichnete 19 Parameter auf. Die Aufzeichnungsdauer betrug etwa 100 Stunden. Einschließlich des Unfallfluges waren insgesamt 35 Flüge aufgezeichnet. Die Auswertung ergab, dass bei 22 der 35 Flüge Querneigungen von ca. 60° erreicht wurden.

Der CVR von Universal Avionics, Typ CVR 120 (s/n: 550), hatte eine zweistündige Aufzeichnungsdauer.

Der Eurofighter war mit einer Crash Survivable Memory Unit (CSMU), einem kombinierten CVR/FDR ausgerüstet, der etwa 46 Minuten Stimmen und Geräusche sowie 514 technische Parameter aufzeichnete.

Zusätzlich wurden die im Portable Maintenance Data Store (PMDS) des Eurofighter aufgezeichneten Fehlermeldungen der Systeme während des Betriebs ausgewertet. Um 14:38:35 Uhr wurden Meldungen, dass eine Außenstation elektronisch im System nicht mehr verfügbar ist, sowie der Verlust des Außentanks aufgezeichnet. Um 14:38:59 Uhr zeichnete das System eine Fehlermeldung über den Ausfall des Gerätebetriebes am rechten Triebwerk und nachfolgend den Ausfall des rechten Wechselstromgenerators auf. Um 14:54:45 Uhr wurde eine Fehlermeldung der Regelung des rechten Triebwerks (Probleme mit dem Massenfluss durch das Triebwerk) aufgezeichnet.

Die Flugwege der drei Luftfahrzeuge wurden von den Radaranlagen der militärischen und der zivilen Flugsicherung aufgezeichnet und standen für die Untersuchung zur Verfügung.

1.12 Unfallstelle und Feststellungen am Luftfahrzeug

1.12.1 Unfallstelle Learjet 35 A

Der Learjet war in Rückenlage mit großer Längsneigung an einem in westliche Richtung abfallenden, grasbewachsenen Hang aufgeprallt. Der Aufprall erfolgte in einem Abstand von etwa 100 m von mehreren Gebäuden.

An der Aufprallstelle steckte der Tip Tank der linken Tragfläche im Boden. Unmittelbar im Bereich der Aufprallstelle lagen das Höhen- sowie das Seitenleitwerk des Flugzeuges. Der FDR lag ca. 20 m und der CVR etwa 30 m nördlich.

Das rechte Triebwerk des Learjet war zwischen Verdichter und Turbine gebrochen und lag etwa 75 m hangabwärts von der Aufprallstelle. In diesem Bereich wurde auch der rechte Tip Tank gefunden.



Ausdehnung Unfallstelle Learjet 35 A

Foto: Polizei

Das linke Triebwerk des Learjet wurde etwa 1,3 km südlich des Hauptwracks gefunden. Teile der Verkleidung des rechten Triebwerks und Gepäckstücke der beiden Learjet-Piloten lagen in einer Entfernung von ca. 2,7 km südlich des Hauptwracks.



Linkes Triebwerk (links) und Verkleidung rechtes Triebwerk (rechts)

Fotos: BFU

Ein 2,5 m langes Teil der Innenverkleidung der Kabine des Learjet befand sich 2,9 km vom Hauptwrack entfernt.

Die Notausstiegstür der rechten Rumpfmseite des Learjet lag etwa 2,7 km in südlicher Richtung vom Hauptwrack entfernt. Die Tür wies an der Innenseite Brandspuren auf.

1.12.2 Feststellungen am Eurofighter

Bei der Untersuchung des Eurofighter am Fliegerhorst Nörvenich wurde festgestellt, dass an dessen rechter Tragfläche an der Outboard Wing Station die Startschiene im vorderen Drittel gebrochen und in Richtung des Flugzeugrumpfes verformt war. In der Schiene steckte ein weiß lackiertes Teil des Rumpfes des Learjet. Am hinteren Ende der Startschiene hingen Teile des Dämmmaterials aus dem Rumpf des Learjet.



Verformte Startschiene des Eurofighter (links) mit Fragment vom Learjet-Rumpf (rechts)

Fotos: BFU

Die Unterseite der inneren Querruder/Wölbklappe (Flaperon) sowie Teile der Schubdüse des rechten Triebwerks wiesen blaue Farbantragungen auf.

Das gesamte rechte Triebwerk des Flugzeuges war in Richtung der Flugzeuglängsachse verformt.



Beschädigungen am Heck des Eurofighter

Foto: BFU

Der Außentank des Abfangjagdflugzeuges war abgerissen und wurde in zwei Teilen einschließlich der Abstoßkartusche 2,1 km bzw. 2,3 km südlich des Hauptwracks des Learjet gefunden.



Teile des Außentanks des Eurofighter

Fotos: BFU

Teile der Schubdüse (Nozzle) des rechten Triebwerks des Eurofighter und Teile der Kohlefaserstruktur (CFK) des hinteren Rumpfes und der Verkleidung des Antriebs des inneren Flaperons der rechten Tragfläche lagen etwa 2,4 km südlich des Hauptwracks des Learjet.



Teile der Nozzle (links) CFK-Struktur des Eurofighter

Fotos: BFU

Etwa 4,5 km in südlicher Richtung vom Hauptwrack des Learjet entfernt hing der Bremsschirm des Eurofighter in einem Baum.

1.13 Medizinische und pathologische Angaben

Aus dem Obduktionsprotokoll ging hervor, dass eine Bestimmung der Todesursache nicht eindeutig möglich war und auch eventuelle Vorerkrankungen nicht festgestellt werden konnten.

1.14 Brand

Die Aufzeichnungen des Head Up Displays des zweiten Eurofighter, wie auch entsprechende Spuren an Wrackteilen des Learjet zeigten, dass es bei der Kollision zu einem Brand kam.

1.15 Überlebensaspekte

Der Such- und Rettungsdienst (SAR) in Münster wurde laut Einsatzbericht um 14:43 Uhr durch das CRC informiert, dass es im Bereich Winterberg zu einer Kollision zwischen einem Eurofighter und einem Learjet 35 gekommen sei, wobei der Learjet abgestürzt und der Eurofighter schwer beschädigt worden sei.

Zwei Minuten später, um 14:45 Uhr, wurde protokolliert, dass ein Löschzug der Feuerwehr eingetroffen sei und sich ein Rettungs- und ein Polizeihubschrauber im Anflug auf die Unfallstelle befänden.

Um 14:47 Uhr und 14:50 Uhr erhielt der SAR Meldungen, die die Position der Unfallstelle genauer beschrieben.

1.16 Versuche und Forschungsergebnisse

Nicht betroffen.

1.17 Organisationen und deren Verfahren

1.17.1 Verfahren im Luftfahrtunternehmen

Der Learjet 35 A wurde von einem deutschen Luftfahrtunternehmen betrieben.

Das Unternehmen hatte seit 1989 ein Luftverkehrsbetreiberzeugnis (AOC). Die Vorgängerorganisation des Unternehmens war 1966 gegründet worden. Zur Zeit des Flugunfalls verfügte das Luftfahrtunternehmen über 13 Flugzeuge der Muster Learjet 31, Learjet 35 und Learjet 36. Das Luftfahrtunternehmen hatte ein bis zum 30.06.2015 gültiges AOC des Luftfahrt-Bundesamtes. Im AOC waren als Betriebsarten des Unternehmens gewerblicher Transport von Passagieren und Fracht eingetragen.

1.17.1.1 Betriebshandbuch des Luftfahrtunternehmens

Im Betriebshandbuch des Luftfahrtunternehmens Teil A (OM-A) waren die Aufgaben des Unternehmens festgeschrieben. Danach war das Luftfahrtunternehmen als Dienstleister für Streitkräfte bei deren Training tätig. Unter anderem dienten die Flugzeuge selbst, mit unter den Tragflächen montierter Zusatzausrüstung oder mit geschleppten Zielen (target in tow) dabei als Ziel. Die sogenannten Zieldarstellungsflüge wurden unterschieden in Flüge, bei denen das Flugzeug selbst als Ziel visuell oder mit Radar erfasst werden sollte, einschließlich Interception Training sowie in Flüge mit geschlepptem Ziel für die Schießausbildung.

Im Kapitel 8 *Operating Procedures* 8.3 *Flight Procedures* des OM-A 8.3.0 *Target Demonstration Flights* war beschrieben, dass die Hauptaufgabe des Unternehmens ist, Flüge für Streitkräfte durchzuführen. Dies schloss unter anderem Zieldarstellungsflüge auch in geringen Flughöhen und Formationsflüge ein.

Das Kapitel 8.3.0 war in sechs Abschnitte gegliedert:

- I *General*
- II *Low Level Flying below Minimum Safe Altitude*
- III *Formation Flying*
- IV *Combined Air Operations*
- V *Scheduling*
- VI *Speed Restriction below FL100*

Laut Abschnitt I *General* erforderten die speziellen Aufgaben des Unternehmens eine langjährige Flugerfahrung auf militärischen Strahlflugzeugen. Daher war festgelegt: "In the interest of safety and customer needs, some restrictions have to be observed for [...] pilots without a long-term military jet flying experience." Die festgelegten Beschränkungen bestanden darin, dass die in den Abschnitten II-IV beschriebenen Flüge verantwortlich von Piloten mit langjähriger Flugerfahrung auf militärischen Strahlflugzeugen durchgeführt werden sollten.

Der Abschnitt *III Formation Flying* enthielt unter anderem die folgenden Festlegungen:

To be allowed to rejoin during daytime on another aircraft closer than 500 ft vertically or ½ mile horizontally, at least one crew member must have a military jet pilot background. If the PNF is the pilot with the military background, he must not only observe any formation flying very closely, but he must be ready to take control of the aircraft at any time, even if he is in the SIC position.

Standard military formation procedures always apply. Any deviation from these standard shall be briefed or called on the radio. Cross-cockpit close formation flying should be avoided.

During nighttime all crew members shall maintain a minimum of 500 ft vertical separation.

Auszug aus Kapitel 8.3.0 OM-A

Quelle: Luftfahrtunternehmen

Im Betriebshandbuch Teil B (OM-B) Kapitel 2.1. Appendix 2 *Standard Workload Distribution* wurden unter anderem Vorgaben bezüglich der Nutzung der durch die Piloten mitzuführenden Computer gemacht. So war vorgeschrieben:

When flying by hand, the PF shall concentrate on handling the aircraft. Systems, switches, Tablet PC etc. shall be operated by the PNF at the PF's command or request.

Nach Angaben des Luftfahrtunternehmens war einer der Computer während des Fluges an die Bordstromversorgung angeschlossen. Wenn der Computer nicht genutzt wurde, war er hinter der Mittelkonsole des Cockpits abgestellt oder in der Kabine auf einem Sitz (Toilette) mit einem Gurt gesichert.

Das Luftfahrtunternehmen erklärte, dass das Gerät ursprünglich als Mission Computer mit Moving-Map-Funktion vorgesehen war. Im Zusammenhang mit der Umstellung auf die von der EASA vorgegebene Struktur und dem Anwachsen der Dokumentation sei das Betriebshandbuch (OM) auf den Computer geladen worden und habe das gedruckte OM ersetzt.

Im Betriebshandbuch des Luftfahrtunternehmens war der Begriff Renegade nicht definiert. Nach Angaben des Luftfahrtunternehmens wurden durchschnittlich etwa acht Renegade-Missionen pro Jahr durchgeführt. Eine Renegade-Mission konnte laut Unternehmen problemlos mit dem Autopiloten oder manuell geflogen werden. Eine Vorgabe dazu gab es im Unternehmen nicht. Ein spezielles Training oder eine Schulung für den Renegade-Einsatz gab es im Luftfahrtunternehmen ebenfalls nicht.

1.17.1.2 Safety Management System

Das Luftfahrtunternehmen hatte am 01.07.2012 ein Safety Management Handbook in Kraft gesetzt, das zur Zeit des Flugunfalls gültig war. Darin war unter anderem festgeschrieben, dass der Bereich Gefahren- und Risikobeurteilung die folgenden Punkte umfasst:

- Gefahrenerkennung/-beurteilung
- Risikoanalyse/-beurteilung
- Benennung von Abwehr-/Kontrollmöglichkeiten für Gefahren bzw. Risiken und mögliche Auswirkungen von Ereignissen
- Bewertung der Maßnahmen zur Gefahren-/Risikokontrolle bzw. –abwehr.

Die Identifikation der Gefahren sollte durch den Flugbetriebsleiter und den technischen Betriebsleiter erfolgen. Diese Gefahren sollten dann zur Ermittlung des potenziellen Risikos mit dem Safety Manager bzw. dem Sicherheitsausschuss bewertet werden. Für das Risikomanagement waren die folgenden Schritte beschrieben:

- Identifizierung von Gefahren
- Beurteilung des Risikos und
- Entscheidung über das Risiko

In dem Handbuch waren auch die Aufgaben des Safety Managers aufgeführt. Diese bestanden unter anderem in der Entwicklung, dem Aufbau und der Einführung des Safety Management Systems (SMS), der Durchführung der Sicherheitsaudits, der Bearbeitung von Sicherheitsmeldungen innerhalb des Luftfahrtunternehmens, der Überwachung der Umsetzung von Vorgaben der Luftfahrtbehörden sowie der Durchführung von Schulungen über den richtigen Umgang mit dem SMS.

Nach Angaben des Safety Managers war bis zum Unfallzeitpunkt eine konkrete Gefahren- und Risikobeurteilung im Unternehmen noch nicht durchgeführt worden.

1.17.2 Zulassung und Beaufsichtigung des Luftfahrtunternehmens

Zuständig für die Betriebsgenehmigung und betriebliche Überwachung des Luftfahrtunternehmens war das LBA.

Das AOC des Luftfahrtunternehmens war vom LBA zuletzt am 14.06.2013 ausgestellt worden. Darin wurde bescheinigt, dass das Luftfahrtunternehmen gemäß An-

hang III der Verordnung (EWG) Nr. 3922/91 (OPS 1) in Verbindung mit den entsprechenden deutschen Vorschriften gewerblichen Luftverkehr durchführt. Im AOC-Formular waren als mögliche Einträge die Betriebsarten Passagiere, Fracht oder Sonstiges vorgesehen. Im dem AOC des Unternehmens waren als Betriebsarten gewerblicher Transport von Passagieren und Fracht eingetragen.

Nach Auskunft des LBA wurden im AOC immer die Betriebsarten Passagiere und/oder Fracht eingetragen. Der Eintrag der Betriebsart Sonstiges sei nicht vergeben worden. Für die Erteilung einer Betriebsgenehmigung sei die Erfüllung in der Verordnung (EG) Nr. 1008/2008 vorgeschriebener allgemeiner, finanzieller und weiterer Voraussetzungen maßgeblich. Die Betriebsart Luftarbeit bedurfte zur Zeit des Flugunfalls in Deutschland aufgrund der bis 21.04.2017 geltenden Nichtanwendung der europäischen Vorschriften zum spezialisierten Flugbetrieb (Specialized Operations) keiner Genehmigung durch eine Luftfahrtbehörde.

Der für die Aufsichtsführung zuständige Flugbetriebsprüfer des LBA erklärte der BFU, dass er neben dem betroffenen Luftfahrtunternehmen, das er seit Dezember 2010 zu beaufsichtigen habe, für acht weitere Unternehmen zuständig gewesen sei. Ein Audit habe jeweils einen Tag gedauert. Er habe in dem Unternehmen am 16.06.2011, 23.04.2013 und zuletzt am 12.03.2014 ein Audit durchgeführt. Bei dem letzten Audit vor dem Flugunfall, im März 2014, habe der Schwerpunkt im Bereich der Infrastruktur des Unternehmens gelegen. Laut der Checkliste des LBA waren keine Beanstandungen festgestellt worden. Der Flugbetriebsprüfer gab an, dass er in dem Zeitraum seiner Zuständigkeit für das Unternehmen bei keinem seiner drei Audits einen Inspektionsflug durchgeführt habe.

Der Flugbetriebsprüfer gab zudem an, dass mit Einführung der Verordnung (EU) Nr. 965/2012 Luftfahrtunternehmen ihre Betriebshandbücher OM A-D aufgrund der Änderung sämtlicher Rechtsbezüge hätten überarbeiten müssen. Die Unternehmen hätten ihre neuen Betriebshandbücher in 2014 zur Prüfung vorgelegt. Der Arbeitsaufwand für die Prüfung der Dokumentation sei mit dem bei einer Neugründung eines Unternehmens vergleichbar gewesen.

Dem LBA lag nach eigenen Angaben kein Antrag des Luftfahrtunternehmens auf Nutzung von Electronic Flight Bag (EFB) vor.

Für die Einführung von Safety Management Systemen in deutschen Luftfahrtunternehmen war durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung ein Stufenplan mit vier Umsetzungsphasen festgelegt und am 04.12.2008 in einem

Rundschreiben veröffentlicht worden. Die vier Umsetzungsphasen sahen die folgenden Schritte vor:

1. 01.01.2009 - Benennung von Verantwortlichen, Sicherheitsstrategie, Lückenanalyse, Umsetzungsplan
2. spätestens 01.01.2010 – Strategien und Prozesse, Reaktives Risikomanagement, Training und Kommunikation
3. spätestens 01.01.2011 – Proaktive und prädikative Gefahrenidentifikation und Risikomanagement, erste Performancewerte
4. spätestens 01.01.2012 – Nachweis eines vollständigen SMS, Feststellung Sicherheitsstand, Festlegung Sicherheitsindikatoren und –zielwerte, kontinuierliche Verbesserung des SMS

In Bezug auf ein SMS war es Aufgabe des LBA, die von den Luftfahrtunternehmen vorgelegten Dokumente zu bewerten und die Umsetzung im Rahmen der flugbetrieblichen Überwachung zu überprüfen.

Ende März 2014 hatte der Flugbetriebsprüfer an einer viertägigen Schulung im Hinblick auf die Verordnung (EU) 965/2012 teilgenommen. Dabei wurde unter anderem das Thema Safety Management System behandelt.

Bei dem im Oktober 2014, vier Monate nach dem Flugunfall, durchgeführten Audit lag ein Schwerpunkt im Bereich Management System. Laut der ausgefüllten Checkliste des LBA wurden dabei keinerlei Beanstandungen festgestellt. Der Prüfpunkt der Checkliste „Gibt es ein funktionierendes SMS?“ wurde ebenfalls als „Satisfactory“ eingeschätzt. Der Flugbetriebsprüfer erläuterte gegenüber der BFU, dass dieses Audit zum Ziel hatte, die Übereinstimmung mit den am 28.10.2014 in Deutschland in Kraft getretenen Vorschriften bezüglich des neuen Managementsystems, jedoch nicht die Funktionalität des SMS zu prüfen.

Zum Zeitpunkt der Befragung durch die BFU im Februar 2015 zum Safety Management System lagen dem Flugbetriebsprüfer weder eine Lückenanalyse, ein Umsetzungsplan SMS des Unternehmens noch Angaben zu reaktivem Risikomanagement und einer proaktiven und prädikativen Risikoanalyse vor. Festlegungen von Sicherheitsindikatoren und Zielwerten des Luftfahrtunternehmens waren ihm gleichfalls nicht bekannt. Nach der Befragung hatte das LBA Unterlagen vom Luftfahrtunternehmen angefordert und eine SMS-Lückenanalyse, einen Umsetzungsplan und die Dokumentation mehrerer interner Audits erhalten.

Nach Auskunft des LBA waren im Referat Flugbetrieb in den zurückliegenden Jahren die Planstellen ausscheidender Betriebsprüfer eingespart worden. Dies habe zu einem Personalmangel geführt.

Die Europäische Agentur für Flugsicherheit (EASA) hatte im Zuge ihrer in den Jahren 2009, 2010, 2012 und 2013 durchgeführten Auditierungen des LBA festgestellt, dass im Referat Flugbetrieb 14,8 Vollzeitstellen fehlen. Zusätzlicher Personalbedarf sei für den Bundeshaushalt 2013 beantragt worden und im Jahr 2014 wurden vier Personen eingestellt.

1.17.3 Verfahren der Luftwaffe

Das Taktische Luftwaffengeschwader 31 "Boelcke" war auf dem Flugplatz Nörvenich beheimatet und verfügte über Flugzeuge des Modells Eurofighter. Nach Angaben der Luftwaffe stellte das Taktische Luftwaffengeschwader 31 "Boelcke" seit dem 1. Juli 2013 die Alarmrotte (QRA) sicher.

1.17.3.1 Renegade-Verfahren

Mit dem Wort Renegade wurde ein Szenario bezeichnet, bei dem ein ziviles Luftfahrzeug in einer Weise operiert, die den Verdacht eines geplanten terroristischen Angriffs auslöst. Bei einem Renegade-Szenario wurden in Abhängigkeit von den über das zivile Luftfahrzeug vorliegenden Erkenntnissen drei Eskalationsstufen unterschieden. Die des Verdachts (suspected), des wahrscheinlichen (probable) und die des bestätigten (confirmed) Renegade.

Nach Angaben der Bundeswehr wurden bei dem Renegade-Verfahren die nachfolgend aufgeführten drei Phasen unterschieden, die entsprechend zu trainieren waren:

In der ersten Phase *Abfanginsatz (Intercept)* sollte das als Übungsziel fungierende Luftfahrzeug seinen Flugweg grundsätzlich frei wählen. Das erste der beiden Abfangjagdflugzeuge sollte sich dem Übungsziel annähern, um eine Identifizierung vornehmen zu können. Der Abstand zum Übungsziel und die Kontrolle des Flugweges oblagen dabei dem Piloten des Abfangjagdflugzeuges. Das zweite Abfangjagdflugzeug sollte dem Übungsziel in einer Trail-Position folgen.

In der zweiten Phase *Identifizierung (Interrogation)* sollte das als Übungsziel fungierende Luftfahrzeug weiterhin seinen Flugweg grundsätzlich frei wählen. Das erste der beiden Abfangjagdflugzeuge sollte parallel zu dem Übungsziel fliegen, die Identifizierung sowie, wenn durch den Jägerleitoffizier aufgefordert, einen „Cockpit-Check“

vornehmen ohne das Übungsziel zu bedrängen. Das zweite Abfangjagdflugzeug sollte weiter in Trail-Position folgen.

In der dritten Phase *Intervention* sollte das erste der beiden Abfangjagdflugzeuge das Übungsziel durch Sichtzeichen auffordern zu folgen und nach Bestätigung der Zeichen in die vorgesehene Richtung kurven. Das Übungsziel sollte durch Sichtzeichen bestätigen, der Aufforderung Folge zu leisten und in die Kurve folgen. Das zweite Abfangjagdflugzeug sollte weiter in Trail-Position folgen.

1.17.3.2 Geplanter Übungsablauf

Entsprechend dem vom Zentrum Luftoperationen der Luftwaffe erstellten Ablaufplan vom 13.06.2014 war für den Unfalltag geplant, dass der Learjet auf seinem in nördliche Richtung führenden Flugabschnitt von einer Formation Eurofighter (QRA) zum Training abgefangen, identifiziert und dann zum Militärflugplatz Wunstorf geleitet werden sollte. Nach einem Überflug des Flugplatzes Wunstorf sollte die Übung beendet werden. Die Übung sollte unter Sichtflugbedingungen durchgeführt werden.

In dem Ablaufplan waren für die Übungsteilnehmer Sicherheitsmaßnahmen festgelegt. Unter anderem war festgelegt, dass das CRC die Koordination mit der Flugsicherung übernehmen und alle Übungsteilnehmer eine bestimmte UHF-Frequenz abhören sollten. Mit dem Standard-Kurzwort KNOCK IT OFF sollte die Übung sofort abgebrochen werden, wenn eine Gefahr für die Sicherheit bestand.

Am Vormittag des Unfalltages war festgelegt worden, dass die Übung wie geplant durchgeführt werden sollte. Anstelle des ursprünglich geplanten Flugplatzes Wunstorf sollte der Flugplatz Büchel angefliegen werden. Dies wurde telefonisch zum einen mit dem Luftfahrtunternehmen und zum anderen mit dem Taktischen Luftwaffengeschwader besprochen. Nach Angaben des später verunfallten Eurofighter-Piloten hatte er selbst ein Telefonat mit dem für die Planung und Koordinierung der Übung zuständigen Offizier vom Zentrum Luftoperationen der Luftwaffe geführt. Dabei seien der generelle Ablauf der Übung besprochen und Informationen zur Flugplanung ausgetauscht worden. Es sei nicht darüber gesprochen worden, welches der Flugzeugmuster Douglas A-4, Learjet oder Pilatus PC-9 bei der Übung eingesetzt würde, um einen entsprechenden Trainingseffekt für die Eurofighter-Piloten zu gewährleisten.

Eine Besprechung zwischen den beteiligten Luftfahrzeugführern wurde nicht durchgeführt. Nach Angaben der Bundeswehr sei der Übungsablauf standardisiert mehrfach pro Jahr durchgeführt worden, sodass eine direkte Absprache zwischen den beteiligten Piloten nicht erforderlich gewesen sei.

1.17.3.3 Flugbetriebshandbuch

Der Flugbetrieb mit strahlgetriebenen Kampfflugzeugen der Luftwaffe richtete sich nach den Festlegungen im Flugbetriebshandbuch Kommando Einsatzverbände Luftwaffe (FBH) Band III/1, Ausgabe vom 01.02.2014.

Das FBH III/1 enthielt keine Beschreibung des Renegade-Verfahrens.

Im Kapitel 10 *Luftkampf* waren für diesen Bereich verschiedenste Festlegungen getroffen.

Unter der Überschrift *Voraussetzungen zum Luftkampf* war unter anderem gefordert, grundsätzlich eine Vorflugbesprechung über Art und Ablauf des Einsatzes mit allen Beteiligten einschließlich der zuständigen Stellen des taktischen Kontrolldienstes durchzuführen. Dies sollte, wenn möglich, als „Face-to-Face-Briefing“ abgehalten werden. Festgelegte Regeln, „Target Grades“ sowie „Maneuvering Categories“ nach den Vorgaben von Fighting Edge, FBH Band III/1 und IV sollten dabei allen Beteiligten unmissverständlich aufgezeigt werden.

Für Abfangeinsätze unter Sichtflugwetterbedingungen (VMC) und Instrumentenflugwetterbedingungen (IMC) war unter anderem festgelegt, dass sogenannte Intercepts grundsätzlich nur gegen militärische Ziele durchzuführen waren. Weiter wurde ausgeführt, dass zivile Luftfahrzeuge, die im Auftrag des Bundesministeriums für Verteidigung eingesetzt werden, im Rahmen dieser Vorschrift wie militärische Luftfahrzeuge zu behandeln seien.

Es war beschrieben, dass, um den für den Luftkampf grundsätzlich vorgeschriebenen Mindestabstand von 1 000 ft Schrägentfernung (slant range) zu unterschreiten, folgende Voraussetzungen gegeben sein mussten:

- Durchführung einer Sichtidentifizierung gemäß Flugauftrag
- Sichtkontakt
- Ziel-Luftfahrzeug „non-maneuvering“
- Funkkontakt zur selben Flugverkehrskontrollstelle

Weiter war ausgeführt, dass ein Mindestabstand von 500 ft Schrägentfernung nur unterschritten werden durfte, wenn zwischen den Beteiligten eine vorhergegangene Absprache unter Festlegung eines Mindestabstands stattgefunden hat.

Das Kapitel 6 *Formationsflüge* im FBH enthielt unter anderem Vorgaben, wie bei Verlust der Sichtverbindung zum Führungsluftfahrzeug zu verfahren war.

Für den Fall des Sichtverlusts im Geradeausflug sollte gleichzeitig der Formationsführer informiert und mit 15° Querneigung für 15 Sekunden abgекurvt werden. Anschließend sollte der alte Kurs wieder eingenommen und eine gesonderte Freigabe eingeholt werden.

Für einen Sichtverlust im Kurvenflug waren je nach der Position an der Innen- oder der Außenseite der Kurve unterschiedliche Handlungen vorgeschrieben. Von der Position an der Außenseite der Kurve sollte mit 15° Querneigung für 15 Sekunden in die der Kurvenrichtung entgegengesetzte Richtung gekurvt und der Formationsführer informiert werden. Dann sollte ein ausreichender Abstand sichergestellt werden, bevor die Kurve fortgesetzt wird. Es sollte eine gesonderte Freigabe eingeholt werden.

Neben den Regelungen des FBH gab es in dem NATO-weit geltenden Handbuch *AM 75-2-1 Fighting Edge Air to Air Training Rules* zusätzliche Festlegungen, die allgemeine Grundregeln für die Durchführung von Luftkampftraining beinhalteten. In Kapitel 3 Training Rules war unter anderem vorgegeben, dass von allen Teilnehmern See-and-Avoid Regeln anzuwenden waren. Als Standard Funkrufe für einen sofortigen Abbruch waren „TERMINATE“ oder „KNOCK IT OFF“ festgelegt. Unter einer Vielzahl in dem Kapitel aufgeführter Kriterien für einen Abbruch des Luftkampftrainings (Termination Criteria) war auch der Verlust des Situationsbewusstseins aufgeführt.

1.17.4 Flugsicherungsorganisationen und -verfahren

Die Führung militärischer Luftfahrzeuge im Friedensflugbetrieb erfolgt zum einen durch den Flugsicherungskontroll- und zum anderen durch den Einsatzführungsdienst.

Während für den Flugplatzbereich und den An- und Abflugbereich von Militärflugplätzen die örtliche militärische Flugsicherung zuständig war, wurde überörtlich die Flugsicherung durch zivile Flugsicherungsorganisationen im Rahmen der zivil-militärischen Zusammenarbeit durchgeführt. Die Unterstützung des sogenannten operationellen Luftverkehrs (OAT) umfasste nach Angaben der Flugsicherungsorganisation beispielsweise:

- Flugsicherungs-Kontrolldienst für den Luftverkehr der Streitkräfte während des Streckenfluges
- Luftbetankung im Streckenflug und in Orbits
- Unterstützung militärischer Großübungen

- Betreuung der NATO AWACS bei Überwachungs- und Übungsmissionen im deutschen Luftraum
- Überwachung militärischer Übungslufträume

Der Einsatzführungsdienst der Luftwaffe (EinsFüDstLw), war dem Kommando Einsatzverbände Luftwaffe unterstellt. Der Einsatzführungsdienst war zuständig für die Überwachung des Luftraums über der Bundesrepublik Deutschland und für die Koordination und Steuerung von Schutz-, Verteidigungs- und Abwehrmaßnahmen. Der militärische taktische Kontrolldienst wurde durch Jägerleitoffiziere des Einsatzführungsdienstes Luftwaffe durchgeführt.

Der Einsatzführungsdienst Luftwaffe war in zwei Einsatzführungsbereiche gegliedert. Die Flüge sowohl des Learjet als auch der Eurofighter fanden im Zuständigkeitsbereich des Einsatzführungsbereiches 2 (EinsFüBer 2) statt. Die Flüge wurden durch das CRC koordiniert und überwacht.

Für die Durchführung des Einsatzführungsdienstes waren verschiedene Radarleit- und Radarunterstützungsverfahren festgelegt.

Die Eurofighter wurden mit dem Radarunterstützungsverfahren *Close Advisory Control* unterstützt. Dieses Verfahren beinhaltete die Vorgabe von Kursen, Geschwindigkeiten und Höhen sowie die Zielzuweisung und das Erteilen von Gefahrenhinweisen durch den Jägerleitoffizier. Die Einhaltung von Mindestabständen zu anderem Luftverkehr, die Einhaltung der lateralen und vertikalen Grenzen zugewiesener Lufträume und die Einhaltung der Sicherheitsmindestabstände Jäger/Jäger und Jäger/Ziel oblag dabei den Piloten der Eurofighter.

Das im Übungsablauf vorgesehene Radarunterstützungsverfahren für den Learjet war *Radar Monitoring*. Dabei unterstützt das Einsatzführungspersonal die Besatzung durch Gefahrenhinweise bei der Einhaltung lateraler und vertikaler Luftraumgrenzen sowie bei der Einhaltung von Mindestabständen zu etwaigem anderem Luftverkehr.

1.17.5 Verfahren der Flugzieldarstellung in der Bundeswehr

Zur Zeit des Flugunfalls war laut „Bereichsrichtlinie Flugzieldarstellung Bundeswehr“ vom 08.04.2014 für die Gesamtplanung des Einsatzes der Flugzieldarstellung das Kommando Territoriale Aufgaben der Bundeswehr (KdoTerrAufgBw) als fachlicher Koordinator zuständig. Das KdoTerrAufgBw war federführend verantwortlich für das Prozessmanagement bei der Planung, Befehlsgebung, Durchführung und Kontrolle der bemannten und unbemannten Flugzieldarstellung in der Bundeswehr.

Flugzieldarstellung wird in den Teilstreitkräften Heer, Luftwaffe und Marine der Bundeswehr eingesetzt. Im Bereich der Luftwaffe beispielsweise beim Einsatzführungsdienst für die Ausbildung zum Jägerleitoffizier, für die Ausbildung der bodengebundenen Luftverteidigung und der Flugabwehrkräfte, in der Ausbildung für Sonderaufgaben (z.B. Eskorte, Intervention und Renegade) sowie für den Nachweis der Einsatzbereitschaft im Bereich *Air Policing* bzw. *Renegade*. Die militärische Luftraumüberwachung (*Air Policing*) dient der Sicherung des Luftraumes beispielsweise durch Identifikation von nicht angemeldeten Luftfahrzeugen bis hin zum Schutz vor möglichen Luftangriffen oder der Hilfe für in Not geratene Luftfahrzeuge.

Seit Jahren beauftragte die Bundeswehr zivile Unternehmen mit der Durchführung von Flugzieldarstellungsflügen. Im Bereich der Flugzieldarstellung mit bemannten Luftfahrzeugen waren dies Unternehmen, die Flugzeuge der Muster Pilatus PC-9, Learjet oder Douglas A-4 betrieben. Die Auswahl des jeweiligen Unternehmens richtete sich nach dem für die Ausbildungsaufgabe erforderlichen Geschwindigkeitsbereich des Flugziels. Nicht jedes der beauftragten Unternehmen hatte eine Zulassung als Luftfahrtunternehmen.

Nach Auskunft der Bundeswehr seien dabei nur solche zivilen Dienstleister vertraglich beauftragt worden, die den für sie geltenden Regularien entsprachen. Eine gesonderte Zulassung, Überwachung oder Analyse von Flugsicherheitsrisiken bei den zivilen Unternehmen durch die Bundeswehr war weder vorgeschrieben noch wurde sie durchgeführt.

1.18 Zusätzliche Informationen

1.18.1 Nationale luftrechtliche Festlegungen

In der Luftverkehrs-Ordnung (LuftVO) § 12 *Vermeidung von Zusammenstößen* war festgelegt:

(1) Der Luftfahrzeugführer hat zur Vermeidung von Zusammenstößen zu Luftfahrzeugen sowie anderen Fahrzeugen und sonstigen Hindernissen einen ausreichenden Abstand einzuhalten. Im Fluge, ausgenommen bei Start und Landung, ist zu einzelnen Bauwerken oder anderen Hindernissen ein Mindestabstand von 150 m einzuhalten; § 6 Abs. 1 bleibt unberührt. Satz 2 gilt nicht für Segelflugzeuge, Hängegleiter, Gleitsegel und bemannte Freiballone; für sonstige Luftfahrzeuge kann die zuständige Luftfahrtbehörde des Landes im Ein-

zelfall Ausnahmen zulassen. Die Verpflichtung nach den Sätzen 1 und 2 wird auch dann, wenn eine Flugverkehrskontrollstelle tätig ist, nicht berührt.

(2) Luftfahrzeuge dürfen im Verband nur nach vorangegangener Vereinbarung der Luftfahrzeugführer geflogen werden.

Im Luftfahrthandbuch Deutschland (AIP) waren im Kapitel *ENR 1.12 Ansteuerung von Zivilluftfahrzeugen* unter anderem folgende Festlegungen veröffentlicht:

1. Signale ansteuernder Luftfahrzeuge und dementsprechende, von den angesteuerten Luftfahrzeugen zu treffende Maßnahmen

Signale des ansteuernden militärischen oder polizeilichen Luftfahrzeugs

1. (a)

– **bei Tag:**

Wechselweise Betätigung der Querruder von einem etwas oberhalb und, normalerweise, links vor dem angesteuerten Luftfahrzeug befindlichen Standort aus. Nach Bestätigung des Signals langsame flache Horizontalkurve, normalerweise nach links, auf den gewünschten Kurs.

Bedeutung:

Folgen Sie mir.

[...]

Maßnahmen des angesteuerten Luftfahrzeugs

Flugzeuge

– **bei Tag:**

Wechselweise Betätigung der Querruder und folgen.

Bedeutung:

Verstanden, Anweisung wird befolgt.

[...]

1.18.2 Europäische luftrechtliche Vorschriften

Der gewerbliche Luftverkehrsbetrieb mit Flugzeugen und Hubschraubern innerhalb der Europäischen Union war in der Verordnung (EU) Nr. 965/2012 der Kommission vom 05.10.2012 geregelt. Die Verordnung regelte zudem auch die durch die Mitgliedsstaaten durchzuführende Zertifizierung und Aufsicht über Personen und Organisationen.

Aus Anhang II Anforderungen an Behörden bezüglich des Flugbetriebes (Authority Requirements for Air Operations (ARO)) ergaben sich Forderungen, die durch nationale Luftfahrtbehörden einzuhalten waren. So war dort zum Aufsichtsprogramm für bereits genehmigte Organisationen unter anderem festgeschrieben, dass dieses „[...] unter Berücksichtigung der spezifischen Natur der Organisation, der Komplexität ihrer Tätigkeiten, [...] und auf der Grundlage einer Bewertung der damit verbundenen Risiken zu erarbeiten“ war.

Gemäß AMC2 ARO.GEN.300(a); (b); (c) *Evaluation of Operational Safety Risk Assessment* bestand die Aufgabe der nationalen Aufsichtsbehörde darin, den Prozess der Risikoanalyse des Unternehmens zu bewerten. Weiter war ausgeführt, dass die zuständige Behörde als Teil der kontinuierlichen Beaufsichtigung des Luftverkehrsbetreibers die Risikoanalyse als Teil von dessen Management System bewerten sollte. Dafür sollte die zuständige Behörde eine Methodik zur Bewertung des Risikoanalyseprozesses für das Management System des Luftverkehrsbetreibers einrichten.

Gewerblicher Luftverkehrsbetrieb mit Flugzeugen und Hubschraubern, der anderen Verkehr als den Transport von Personen, Post und Fracht beinhaltet, sollte auf europäischer Ebene mit dem Anhang VIII *Specialized Operations* (SPO) geregelt werden.

Der Anhang enthielt Erläuterungen, welche Betriebsarten unter dem Begriff *Specialized Operations* zusammengefasst werden sollten. Im Abschnitt GM1 SPO.GEN.005 *Scope* waren unter (a) einundzwanzig Betriebsarten aufgeführt, darunter z.B. Flüge zum Absetzen von Fallschirmspringern, Messflüge, Kunstflug, Außenlastflüge mit Hubschraubern, und Forschungsflüge. Unter (b) war ausgeführt, dass Luftverkehrsbetreiber anhand der aufgeführten Kriterien in AMC1 SPO.GEN.005 selbst feststellen können, ob eine bestimmte Aktivität unter den Begriff fällt.

Diese Kriterien waren wie folgt beschrieben:

[...]

- (a) *The aircraft is flown close to the surface to fulfil the mission;*
- (b) *Abnormal manoeuvres are performed;*
- (c) *Special equipment is necessary to fulfil the mission and which affects the manoeuvrability of the aircraft;*
- (d) *Substances are released from the aircraft during the flight where these substances are either harmful or affect the manoeuvrability of the aircraft;*
- (e) *External loads or goods are lifted or towed; or*
- (f) *Persons enter or leave the aircraft during flight.*

Die Bundesrepublik Deutschland hatte am 17.10.2013 durch Veröffentlichung in den Nachrichten für Luftfahrer (NfL I 217/13) bekannt gemacht, die Regelungen der Verordnung (EU) 965/2012 der Anhänge I-V bis zum 28.10.2014 nicht anzuwenden (Opt-Out-Regelung). Die Bestimmungen der Änderungen der Anhänge III und V gemäß Verordnung 800/2013 und die Bestimmungen der Anhänge VI und VII sollten demnach bis 25.08.2016 keine Anwendung in Deutschland finden. Auch zu dem Anhang VIII Specialized Operations hatte Deutschland laut der NfL I 217/13 von der Opt-Out-Regelung Gebrauch gemacht.

Einige Wochen nach dem Flugunfall, am 30.07.2014, wurde mit einer weiteren Veröffentlichung (NfL 1-192-14) bekannt gemacht, dass bis 21.04.2017 die Festlegungen der Anhänge II, III, IV und VIII in dem Umfang der Absätze 4 und 5 in Deutschland keine Anwendung finden.

1.18.3 Weitere internationale luftrechtliche Festlegungen

Im ICAO Annex 2 *Rules of the Air* waren grundlegende Luftverkehrsregeln als Standards oder Empfehlungen beschrieben, die durch die Mitgliedsstaaten anzuwenden waren. In Appendix 2 *Interception of civil aircraft* war festgelegt:

- 1.2 Contracting states shall publish a standard method that has been established for the manoeuvring of aircraft intercepting a civil aircraft. Such method shall be designed to avoid any hazard for the intercepted aircraft.*

Attachment A enthielt weitere detaillierte Forderungen sowie den Vorschlag einer Standardmethode zum Abfangen eines zivilen Luftfahrzeugs.

In dem ICAO *Manual concerning Interception of Civil Aircraft* (Doc 9433-AN/926) waren die Festlegungen der verschiedenen ICAO-Unterlagen zusammengefasst. Es wurden die Begriffe “strayed aircraft” (Luftfahrzeug, welches wesentlich von seinem beabsichtigten Flugweg abweicht oder die Orientierung verloren hat) und “unidentified aircraft” (Luftfahrzeug, das in einem bestimmten Gebiet gemeldet oder beobachtet wurde, dessen Identität aber nicht bekannt ist) unterschieden.

In dem Manual war auch die Standardmethode zum Abfangen genauer beschrieben und mit grafischen Darstellungen erläutert:

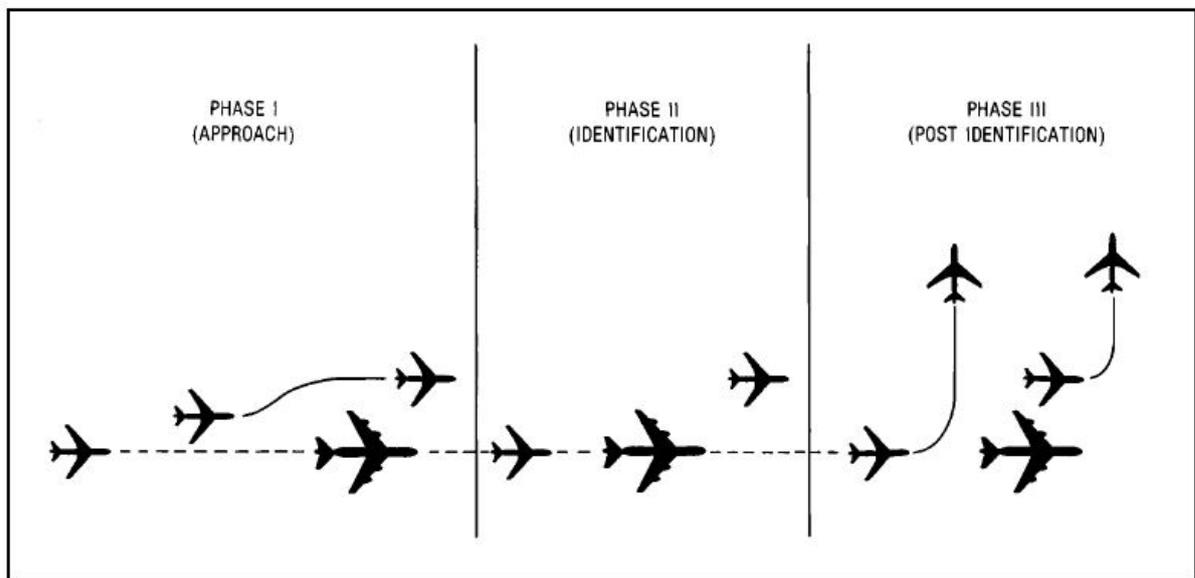


Figure 1. Manoeuvres for visual identification
(Annex 2, Attachment A, 3.2)

Phase I

The intercepting aircraft should approach the intercepted aircraft from astern. The element leader or the single intercepting aircraft should normally take up a position on the left (port) side, slightly above and ahead of the intercepted aircraft, within the field of view of the pilot of the intercepted aircraft, and initially not closer to the aircraft than 300 metres. Any other participating aircraft should stay well clear of the intercepted aircraft preferably above and behind. After speed and position have been established, the aircraft should, if necessary, proceed with Phase II of the procedure.

Phase II

The element leader, or the single intercepting aircraft, should begin closing in gently on the intercepted aircraft, at the same level, until no closer than absolutely necessary to obtain the information needed. The element leader, or the single intercepting aircraft, should use caution to avoid startling the flight crew or the passengers of the intercepted aircraft, keeping constantly in mind the fact that manoeuvres that are considered normal to an intercepting aircraft maybe considered hazardous to passengers and crew of civil aircraft. Any other participating aircraft should continue to stay well clear of the intercepted aircraft. Upon completion of the identification the intercepting aircraft should withdraw from the vicinity of the intercepted aircraft as outlined in Phase III.

Phase III

The element leader, or the single intercepting aircraft, should break gently away from the intercepted aircraft in a shallow dive. Any other participating aircraft should stay well clear of the intercepted aircraft and rejoin their leader.

Unter dem Begriff *Manoeuvres for navigational guidance* war ein Manöver beschrieben, um in die Navigation des abgefangenen Luftfahrzeuges einzugreifen für den Fall, dass es nach Phase I und II noch für notwendig erachtet wird.

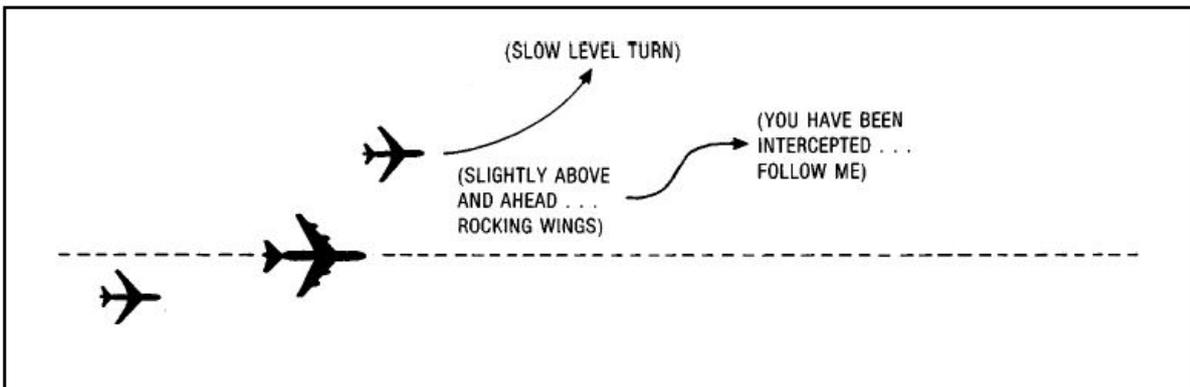


Figure 2. Manoeuvres for navigational guidance
(Annex 2, Attachment A, 3.3)

Im *Safety Management Manual* der ICAO (Doc 9856, 3rd Edition) waren Vorgaben hinsichtlich des durch die Mitgliedsstaaten einzuführenden *State Safety Programme* (SSP) gemacht.

4.1.2 An SSP is a management system for the regulation and administration of safety by the State. The implementation of an SSP is commensurate with the size and complexity of the State's civil aviation system and requires coordination among multiple authorities responsible for the aviation functions of the State. The objectives of the SSP are to:

- a) ensure that a State has the minimum required regulatory framework in place;
- b) ensure harmonization amongst the State's regulatory and administrative organizations in their respective safety risk management roles;
- c) facilitate monitoring and measurement of the aggregate safety performance of the State's aviation industry;
- d) coordinate and continuously improve the State's safety management functions; and
- e) support effective implementation and interaction with the service provider's SMS.

4.1.3 Safety management principles provide a platform for parallel development of the SSP by the State and the SMS by its service providers. In developing the State safety legislative framework, the State promulgates SMS requirements requiring service providers to implement their safety management capabilities allowing for the effective identification of systemic safety deficiencies and the resolution of safety concerns.

4.1.4 The service provider's SMS requires effective regulatory oversight. Additionally, SMS is a largely performance-based system requiring the appropriate exchange of safety information with internal and external stakeholders. The State, through its SSP functions, both provides the oversight functions and facilitates implementation of appropriate data aggregation and information-sharing initiatives.

Auszug aus dem Safety Management Manual

Quelle: ICAO

Nach Angaben des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) ergab sich aus den Forderungen der ICAO, dass die Bundesrepublik Deutschland bis Ende des Jahres 2013 ein State Safety Programme hätte entwickeln und einführen müssen.

Ein solches Programm befand sich zur Zeit des Flugunfalls noch in der Entwicklung.

1.18.4 Festlegungen zu Electronic Flight Bags

Gemäß EASA AMC 30-25 Airworthiness and operational consideration for Electronic Flight Bags war ein EFB definiert als:

Any information system for flight deck crew members which allows storing, updating, delivering, displaying, and/or computing digital data to support flight operations or duties.

EFBs wurden bezüglich ihrer Hardware unterschieden in installierte und portable EFBs. Installierte EFBs galten als Teil des Luftfahrzeuges und waren somit auch Gegenstand der Zulassung des Luftfahrzeuges im Sinne der Lufttüchtigkeit. Portable EFBs wurden nicht als Teil des zugelassenen Luftfahrzeuges betrachtet.

Die auf einem EFB installierten Software-Anwendungen wurden in Typ A und Typ B unterschieden.

Als Typ A-Anwendungen galten: *"[...] applications whose malfunction or misuse have no safety effect"*.

Typ B-Anwendungen waren definiert als *[...] applications*

- (a) whose malfunction or misuse are limited to a minor failure condition; and*
- (b) which do neither substitute or duplicate any system or functionality required by airworthiness regulation, airspace requirements, or operational rules*

Im Appendix B war eine Beispielliste möglicher Typ B-Software-Anwendungen veröffentlicht. Darin waren unter anderem aufgeführt:

- Operations Manual
- Aircraft Flight Manual
- Operational Flight Plan
- ATS flight plan
- Electronic aeronautical chart applications including en route, area, approach and airport surface maps

1.19 Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken

Durch das Institut für Flugsysteme der Universität der Bundeswehr München wurde mit Hilfe der Radar- und GPS-Daten sowie der Daten der FDR des Learjet und des Eurofighter eine Rekonstruktion der Annäherung der Luftfahrzeuge durchgeführt. Dabei wurde errechnet, dass die Schrägentfernung zwischen beiden Flugzeugen zu Beginn des Kurvenfluges etwa 10 Sekunden vor der Kollision ca. 30 m betrug. Zwei Sekunden später betrug die Schrägentfernung etwa 50 m.

2. Beurteilung

2.1 Unfallgeschehen/Allgemeines

Grundsätzlich ergibt sich aus einem geringen Abstand zweier Luftfahrzeuge ein erhöhtes Kollisionsrisiko gegenüber einem Flug unter Einhaltung größerer Abstände. Während bei einem Flug nach Instrumentenflugregeln die Sicherheitsabstände vorgeschrieben sind und bei Flügen nach Sichtflugregeln die beteiligten Piloten für einen ausreichenden Abstand der Luftfahrzeuge zu sorgen haben, kann es für Militärpiloten bei einem Abfangeinsatz notwendig werden, zur visuellen Identifizierung eines unbekanntes Luftfahrzeuges eine Annäherung bis auf einen sehr geringen Abstand vorzunehmen. Um sicherzustellen, dass die dafür festgelegten Verfahren durch die verschiedenen Organisationen der Streitkräfte (Einsatzführungsdienst, Piloten) wirkungsvoll und sicher angewandt werden können, müssen diese trainiert werden.

Die ICAO hat in ihren Dokumenten zum Abfangen ziviler Luftfahrzeuge Vorgaben gemacht. Darin wird von einem zivilen Luftfahrzeug ausgegangen, dessen Besatzung die Orientierung verloren hat oder zu dem kein Funkkontakt hergestellt werden konnte. Das Abfangen eines nicht identifizierten Luftfahrzeuges wird dabei als die letzte Option angesehen.

Unter den militärischen Begriff *Air Policing* fallen Aktivitäten zur Landesverteidigung. In den militärischen Verfahren zum Abfangen wird dabei nicht weiter unterschieden, welche Absichten die Insassen des Luftfahrzeuges haben. Laut dem Übungsszenario sollte der Learjet ein ziviles Luftfahrzeug darstellen, zu dem Funkkontakt nicht hergestellt werden konnte und das daraufhin durch Abfangjagdflugzeuge abgefangen, identifiziert und zu einem Militärflugplatz geleitet werden sollte.

Ein Schwerpunkt der Analyse dieses Flugunfalls lag im Bereich der Handlungen beteiligter Personen, der jeweiligen Verfahrensvorgaben sowie der Risikoanalyse.

Die Untersuchung ergab keine Hinweise auf technische Mängel an einem der beteiligten Luftfahrzeuge.

2.1.1 Analyse der Beschädigungen

Die an den beiden Flugzeugen festgestellten Beschädigungen zeigen, dass die erste Berührung der Flugzeuge zwischen der Startschiene der Outboard Wing Station und dem vorderen Bereich der Rumpfoberseite des Learjet erfolgte. Danach kollidierte

der Rumpf des Learjet mit dem Außentank des Abfangjagdflugzeuges. Die Startschiene und der Außentank an der rechten Tragfläche des Eurofighter wurden infolge der seitlich von außen nach innen in Richtung des Eurofighter-Rumpfes wirkenden Kräfte verformt bzw. abgerissen. Die dunkelblauen Farbantragungen an der Unterseite des inneren Flaperon sowie an Teilen der Schubdüse des rechten Triebwerks des Eurofighter stammten von der Verkleidung des rechten Triebwerks des Learjet. Bei der Kollision wurden vom Eurofighter Teile der Schubdüse des rechten Triebwerks, Teile der Kohlefaserstruktur (CFK) des hinteren Rumpfes und der Verkleidung des Antriebs des inneren Flaperons der rechten Tragfläche sowie der Bremsschirm und vom Learjet Teile der Verkleidung des rechten Triebwerks abgetrennt. Die Tatsache, dass ein Teil der Innenverkleidung der Kabine des Learjet, die Gepäckstücke der Piloten und die Notausstiegstür in großer Entfernung vom Hauptwrack gefunden wurden, zeigt, dass der Flugzeugrumpf bei der Kollision massiv beschädigt wurde. Die an der Innenseite der Notausstiegstür festgestellten Brandspuren bestätigen den von den beiden Eurofighter-Piloten beobachteten und durch die Videoaufzeichnung des Head Up Displays dokumentierten Brand.

2.1.2 Flugdatenanalyse

Die Auswertung der Radardaten ergab, dass die Flugzeuge für einen Zeitraum von etwa neun Minuten parallel in einem geringen seitlichen Abstand flogen.

In diesem Zeitraum führte der Eurofighter-Pilot zunächst die Identifizierung des Learjet durch, forderte dessen Besatzung durch Betätigen seiner Quersteuerung zum Folgen auf und leitete eine Linkskurve ein. Dieser ersten Aufforderung folgte der Learjet nicht. Daraufhin brach der Eurofighter seine Kurve ab und näherte sich dem Learjet wieder an.

Die Auswertung der FDR der beiden Flugzeuge ergab, dass der Eurofighter um 14:38:10 Uhr, d.h. 18 Sekunden vor der Kollision, begann, wiederum wechselseitig deutlich um die Längsachse zu rollen. Drei Sekunden danach, als der Eurofighter einmal zunächst nach links und dann nach rechts gerollt war und gerade wieder die Neutrallage passiert hatte, war der Autopilot des Learjet abgeschaltet und der Learjet begann nach einer weiteren Sekunde ebenfalls mit leichten Bewegungen um seine Längsachse zu rollen. Dabei änderte sich die Querneigung des Learjet geringfügig von 0° auf 5° rechts, ging um ca. 2° zurück und stieg wieder auf etwa 5° rechts an. Der Learjet änderte dann die Drehrichtung, passierte die Neutrallage und nahm eine linke Querneigung ein. Zehn Sekunden vor der Kollision, als der Learjet etwa 4° Querneigung nach links hatte, betrug die des Eurofighter 20° links, ging innerhalb ei-

ner Sekunde um 2-3° zurück und vergrößerte sich in einer weiteren Sekunde auf ca. 25° und dann auf ca. 27°.

Neun Sekunden vor der Kollision, während die Querneigung des Learjet sich weiter vergrößerte, wurde die Triebwerksleistung auf ca. 88% erhöht und es kam im weiteren Verlauf zu einem Anstieg der Geschwindigkeit und der Flughöhe. Der gleichzeitig aufgezeichnete Anstieg der Vertikalbeschleunigung geschah neben der Steuereingabe auch zum Teil wegen der Leistungserhöhung. Etwa vier Sekunden vor der Kollision wurde die Triebwerksleistung reduziert und erreichte eineinhalb Sekunden vor der Kollision einen Wert von etwa 80%. Zwei Sekunden vor der Kollision begann sich die Flughöhe geringfügig zu verringern.

Die nachfolgende Tabelle zeigt den Vergleich einiger Bewegungsparameter der beiden Flugzeuge innerhalb der letzten zehn Sekunden vor der Kollision.

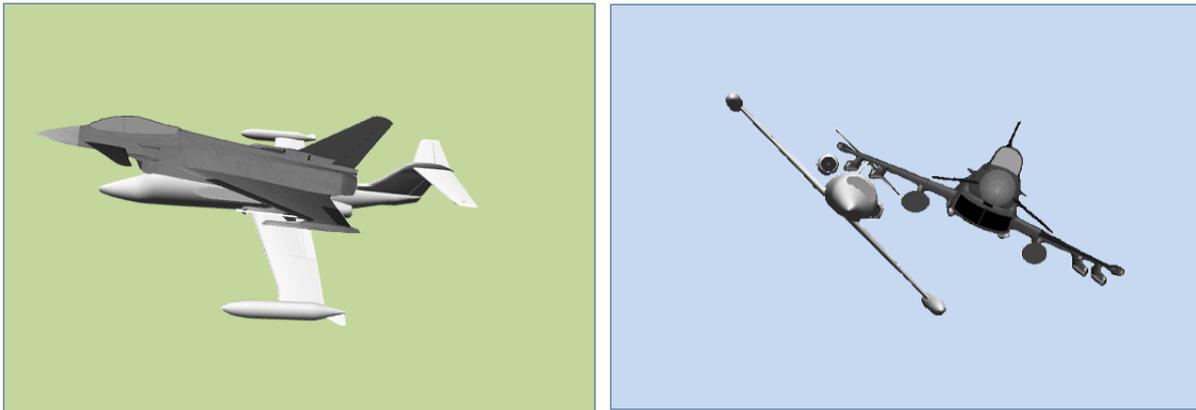
Time to collision (s)	Learjet				Eurofighter			
	Bank to the left (°)	Δ Bank (°/s)	Heading (°)	Δ Heading (°/s)	Bank to the left (°)	Δ Bank (°/s)	Heading (°)	Δ Heading (°/s)
-10	2		024		19		020	
-9	15	13	023	1	17	-2	019	1
-8	22	7	022	1	25	8	017	2
-7	28	6	019	3	26	1	014	3
-6	37	9	016	3	25	-1	012	2
-5	45	8	013	3	25	0	011	1
-4	46	1	010	3	25	0	009	2
-3	50	4	007	3	26	1	007	2
-2	51	1	004	3	26	0	005	2
-1	51	0	001	3	26	0	003	2
0	46	-5	358	3	26	0	001	2

Vergleich ausgewählter FDR-Daten Learjet und Eurofighter

Quelle: BFU

Im Verlauf der letzten acht Sekunden vor der Kollision blieben Flughöhe, angezeigte Fluggeschwindigkeit und Querneigung des Eurofighter annähernd konstant. In den letzten sieben Sekunden vor der Kollision blieb die Querneigung des Learjet größer als die des Eurofighter und stieg auf maximal 52° eineinhalb Sekunden vor der Kollision.

Zum Kollisionszeitpunkt, um 14:38:28 Uhr, zeichnete der CVR dumpfe Geräusche auf. Der Learjet hatte dabei einen Steuerkurs von 358° und eine Querneigung von 46° nach links, während der Steuerkurs des Eurofighter 001° und die Querneigung 26° nach links betrug.



Rekonstruktion der Kollision in der Seitenansicht (linkes Bild) und Vorderansicht (rechtes Bild)

Quelle: BFU

Das Stoppen der Aufzeichnung des FDR sowie des CVR des Learjet etwa eine Sekunde nach der Kollision war Folge der Unterbrechung der Stromversorgung aufgrund der Beschädigung des Rumpfes.

2.2 Handlungen von Personen

2.2.1 Pilot des Eurofighter

Die Auswertung der Radardaten und des FDR zeigten, dass der Eurofighter-Pilot den Learjet von hinten unten angesteuert und sich in eine Position links des anderen Flugzeuges gebracht hatte, um die Identifizierung durchzuführen. Dieser Ablauf entsprach den international üblichen Verfahren und diente unter anderem dazu, dem bei Flugzeugen mit nebeneinander angeordneten Pilotensitzen in der Regel links sitzenden PIC die Sicht auf das Abfangjagdflugzeug zu ermöglichen.

Mit dem Kurzwort „TALLY“ hatte der Pilot des die Formation anführenden Eurofighter mitgeteilt, dass er das Luftfahrzeug in Sicht hat. Mit dem um 14:27:26 Uhr aufgezeichneten Kurzwort „JUDY“ übernahm der Pilot entsprechend den militärischen Verfahren die Verantwortung für die weitere Annäherung und den Abstand zu dem Learjet.

Aus den Radardaten und den in den Funksprüchen an das CRC beschriebenen detaillierten Beobachtungen, wie das beobachtete Winken der Piloten, das Trinken und die Beschreibung der Kappen, war abzuleiten, dass die beiden Luftfahrzeuge in der Phase der Identifizierung in sehr geringem seitlichem Abstand geflogen waren und dass der Pilot seine Aufmerksamkeit in hohem Maß auf den Learjet gerichtet hat. In dieser Phase der Identifizierung ist eine Beschreibung der Merkmale des angesteuerten Flugzeuges sowie der beobachteten Besonderheiten notwendig. Dazu zählten auch Details, wie die Jalousie an einem der Fenster im Rumpf, die Beschreibung der Personen im Cockpit und deren Handlungen und eventuelle Anzeichen einer weiteren Person an Bord.

Aufgrund der Anweisung einen Obey Check durchzuführen, flog der Pilot des Eurofighter in eine Position leicht erhöht links vor den Learjet und forderte die Besatzung des Learjet durch wechselseitiges Betätigen der Querruder und Einleiten einer Linkskurve auf, seinen Anweisungen Folge zu leisten. Dies tat die Besatzung des Learjet jedoch nicht, sodass der Pilot dies dem Jägerleitoffizier mitteilte und seinen Flug neben dem Learjet fortsetzte.

Nachdem der Jägerleitoffizier 28 Sekunden vor der Kollision anwies, einen erneuten Versuch durchzuführen, positionierte der Pilot den Eurofighter wiederum leicht erhöht links vor dem Learjet und begann wieder wechselseitig um die Längsachse zu rollen. Er bemerkte anhand der Lageänderungen des Learjet, dass dieser auf sein Signal reagierte. Als zehn Sekunden vor der Kollision der Eurofighter mit einer linken Querneigung von 20° links flog und diese gerade reduzierte, beobachtete der Pilot, dass der Learjet, der etwa 4° Querneigung nach links hatte, ihm in die Linkskurve folgen würde und vergrößerte die eigene Querneigung. Mit den Worten "now the aircraft is responding by rocking wings and following in a left hand turn", teilte der Pilot des Eurofighter sechs Sekunden vor der Kollision seine Beobachtung dem Jägerleitoffizier mit. Während des vier Sekunden dauernden Funkspruchs war er neben der Steuerung seines Flugzeuges und der Navigation auch auf die Weitergabe von Informationen an den Jägerleitoffizier konzentriert. Die Tatsache, dass Flughöhe, angezeigte Fluggeschwindigkeit und Querneigung des Eurofighter in den letzten acht Sekunden bis zur Kollision annähernd konstant blieben, zeigt, dass der Eurofighter-Pilot in diesem Zeitraum den Learjet und dessen weiter anwachsende Querneigung nicht beobachtet hat.

Der Eurofighter-Pilot flog die Kurve in konstanter Flughöhe mit einer Drehrate um die Hochachse von etwa zwei Grad pro Sekunde, d.h. einer deutlich geringeren Drehrate

als bei einem sogenannten *Standard Rate Turn* (drei Grad pro Sekunde). Nach Meinung der BFU entsprach dies der Vorgabe „slow level turn“ aus den ICAO-Festlegungen.

Die Kollision selbst, die auch vom FDR und dem Video des Head up Displays dokumentiert wurde, hatte er durch eine Erschütterung wahrgenommen, während er gerade ins Cockpit geschaut habe. Im Spiegel habe der Pilot schwarzen Rauch gesehen. Der Pilot konnte den Learjet nicht mehr sehen, erklärte zwanzig Sekunden nach der Kollision über Funk Luftnotlage und brach mit dem entsprechenden Standard-Kurzwort die Übung ab. Er informierte den Jägerleitoffizier über die Kollision mit dem Learjet und teilte mit, dass er in einer Linkskurve in Richtung Nörvenich fliegen werde. Dies zeigt, dass er sich aufgrund der Schäden am Eurofighter unverzüglich zur Durchführung einer Notlandung entschloss.

Der Pilot des zweiten Eurofighter hatte angegeben, dass er aus der Distanz nicht beobachten konnte, ob die Luftfahrzeuge mit den Tragflächen wackelten bzw. welche Manöver von dem Learjet geflogen wurden. Aus der Entfernung von 1,5-2 NM betrug unter Berücksichtigung der Spannweite des Learjet dessen scheinbare Objektgröße lediglich 3-4 mm. Die Anzeigen des Head Up Displays beschränkten zudem die direkte Sicht auf den Learjet. Nachdem der Pilot gerade Anzeigen in seinem Cockpit geprüft hatte, bemerkte er eine „kleine Explosion“. Der Pilot unterstützte nach der Kollision zunächst das CRC, indem er die Koordinaten der Absturzstelle des Learjet übermittelte und anschließend den Jägerleitoffizier darüber informierte, dass er eine Sichtprüfung der Beschädigungen an dem anderen Eurofighter vornehmen und diesen zum Heimatflugplatz begleiten werde. Anschließend bot er an, zur Unfallstelle zurückzukehren, nachdem der beschädigte Eurofighter sicher in Nörvenich gelandet sei.

Aufgrund der bei 75-85% NH blockierten Schubregelung des rechten Triebwerks stellte der Pilot das Triebwerk kurz vor der Landung ab und landete im Einmotorenflug auf der Piste 07.

Der Militärflugplatz Nörvenich verfügte über eine Fanganlage an den Enden der Landebahn und die Flugplatzfeuerwehr war mit den Besonderheiten des Flugzeugmusters Eurofighter vertraut. Aus Sicht der BFU war Nörvenich der nächstgelegene geeignete Flugplatz für die Landung des beschädigten Eurofighter und die Entscheidung des Piloten nachvollziehbar.

Durch die Landung des beschädigten Eurofighter in Nörvenich war die Landebahn dort für einige Zeit blockiert, sodass der Pilot des zweiten Eurofighter sich aus Sicht der BFU folgerichtig zu einer Ausweichlandung auf dem Flughafen Köln-Bonn entschloss und dort ohne weitere Probleme landete.

2.2.2 Besatzung des Learjet

Die Aufzeichnungen des CVR belegen die generelle Aufgabenteilung der Besatzung. Danach war der Copilot während des gesamten Fluges Pilot Flying, der PIC fungierte als PNF. Die CVR-Aufzeichnungen zeigen, dass der PIC sich mit Hilfe seines Computers ständig über die Position des Flugzeuges und die Distanz zum Luftraum um den Flughafen Paderborn informierte und damit die verbleibende Zeit einschätzte.

Die Bemerkung des Copiloten um 14:00:27 Uhr „Du sagst dann Bescheid, wenn du übernehmen willst, ja?“, deutet für die BFU darauf hin, dass er zu diesem Zeitpunkt davon ausging, dass der PIC die Übung fliegen würde. Der PIC hatte daraufhin geantwortet: „Du, das lass uns mal nach Büchel machen. Solange mach ich hier weiter.“ Damit teilte er dem Copiloten mit, dass dieser das Flugzeug bis zum Erreichen des Flugplatzes Büchel steuern sollte, während er weiter die Navigation und den Funk durchführen wollte. Nach diesen Bemerkungen sprach während des Fluges keiner der beiden Piloten die Aufgabenverteilung im Cockpit mehr an. Die Verfahren im Betriebshandbuch des Luftfahrtunternehmens enthielten keine detaillierten Festlegungen, welcher der beiden Piloten bei einer Renegade-Übung als PF bzw. als PNF fungieren sollte. Somit lag die Entscheidung über die Aufgabenverteilung bei den beiden Piloten und letztlich beim PIC.

Mit den Worten „da kommt er links. Speed up zwo fünfzig“, hatte der PIC den Copiloten informiert, dass er einen der Eurofighter in Sicht hat und ihn aufgefordert, die Geschwindigkeit zu erhöhen. Der FDR zeichnete in dieser Phase die Leistungserhöhung der Triebwerke und den entsprechenden Anstieg der angezeigten Geschwindigkeit auf.

Entsprechend den Verfahren brachte der Eurofighter-Pilot sein Flugzeug in eine Position links des Learjet und damit in einen für den vom rechten Pilotensitz aus steuernden Copiloten schlechter einsehbaren Bereich.

In Übereinstimmung mit dem Übungsplan reagierte die Besatzung des Learjet nicht auf den ersten Versuch der Kontaktaufnahme des Eurofighter-Piloten. Der PIC des Learjet bestätigte dem Jägerleitoffizier um 14:35:30 Uhr die versuchte Kontaktauf-

nahme des Eurofighter und dass die Learjet-Besatzung drei Minuten warten und dann folgen werde.

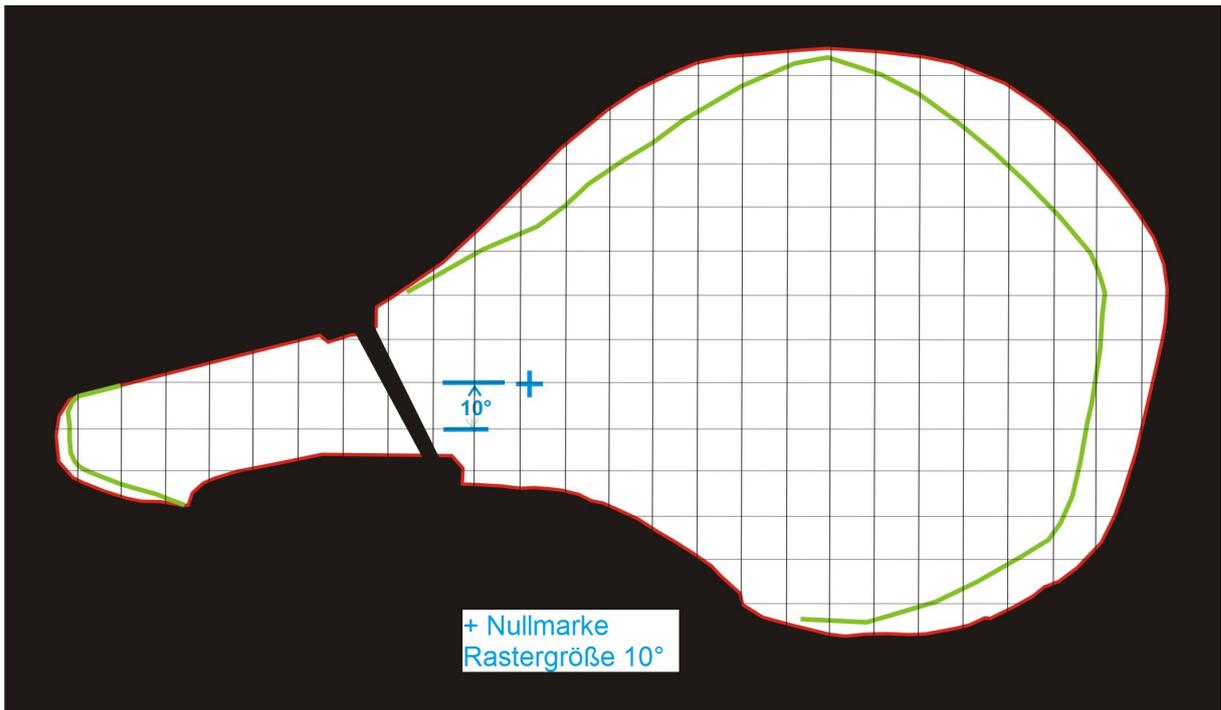
Die Bemerkung des PIC sechsundzwanzig Sekunden vor der Kollision: „So, jetzt kommt er noch mal ‘n bisschen nach vorne. Vielleicht macht er noch mal was [...]“ belegt, dass er zu diesem Zeitpunkt den von der Querab-Position nach vorn fliegenden Eurofighter beobachtet hatte.

Achtzehn Sekunden vor der Kollision begann der Funkspruch des Jägerleitoffiziers an die Besatzung des Learjet: “[...] for your information, you overwhelmed the hijacker and now you will obey the orders of the QRA and call them on the guard.” Der PIC des Learjet war auf den Funkspruch konzentriert, den er um 14:38:23 Uhr, d.h. fünf Sekunden vor der Kollision mit „Roger“ beantwortete.

Nach Meinung der BFU veranlassten die beginnenden Rollbewegungen des Eurofighter und die Aufforderung des Jägerleitoffiziers jetzt den Anweisungen zu folgen, den Copiloten des Learjet um 14:38:13 Uhr, d.h. 15 Sekunden vor der Kollision, den Autopiloten abzuschalten und durch Rollbewegungen das Befolgen der Anweisungen zu signalisieren. Dabei änderte der Copilot die Querneigung des Learjet lediglich nach rechts auf 5°, dann auf ca. 3° und wieder auf etwa 5°. Nach Auffassung der BFU ist die wahrscheinliche Erklärung für diese zögerlich und nur nach rechts durchgeführten Rollbewegungen, dass der Copilot bereits in dieser Phase nur eingeschränkte Sicht auf den links von dem Learjet fliegenden Eurofighter hatte und er das Flugzeug in Sicht behalten bzw. eine gefährliche Annäherung vermeiden wollte.

Der Ausspruch des Copiloten zehn Sekunden vor der Kollision: „Kannst du mal nehmen, ich kann den nicht mehr sehen“ zeigt, dass er kurz vorher den Sichtkontakt zu dem anderen Flugzeug verloren und den PIC um die Übernahme der Steuerung gebeten hat. Während dieses Ausrufs hatte der Learjet eine linke Querneigung von 4°.

Die nachfolgende grafische Darstellung der Sichtmöglichkeiten vom rechten Pilotensitz aus belegt, dass von dort die Sicht nach links und oben deutlich eingeschränkt war. Für den dort sitzenden Copiloten war der zu diesem Zeitpunkt leicht erhöht links des Learjet fliegende Eurofighter mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit bereits bei dieser geringen linken Querneigung durch die Rumpfstruktur (Cockpitdach) verdeckt. Diese Sichteinschränkung setzte sich mit der in dieser Phase größer werdenden Querneigung des Learjet fort.



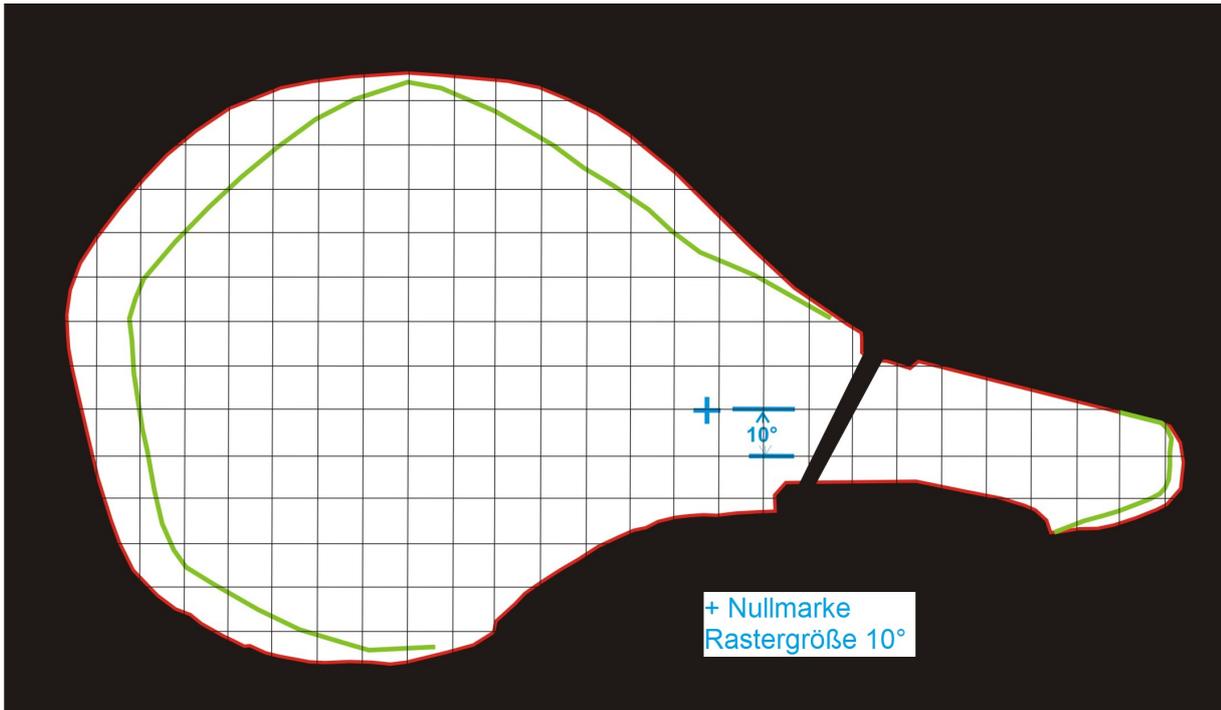
Sichtmöglichkeiten vom Sitz des Copiloten

Quelle: Gates Learjet/BFU

Der Ausspruch des Copiloten „Kannst du mal nehmen, ich kann den nicht mehr sehen“ dauerte zwei Sekunden. Die Aufzeichnungen des CVR enthielten keinen eindeutigen Beleg dafür, welcher der beiden Piloten das Flugzeug in den darauffolgenden sechs Sekunden steuerte. Aufgrund der sehr begrenzten Anzahl und Auswahl von Parametern, die der FDR des Learjet aufzeichnete, war eine genaue Rekonstruktion der Steuereingaben und Ruderausschläge und damit eine eindeutige Aussage, welcher der beiden Piloten zu welchem Zeitpunkt die Steuerung betätigte, auch aus den FDR-Daten nicht möglich. Aus den Aufzeichnungen ergibt sich jedoch, dass obwohl der Copilot laut CVR den Eurofighter spätestens ab zehn Sekunden vor der Kollision nicht mehr in Sicht hatte, die Linkskurve fortgesetzt und der Höhengewinn zugelassen wurde und die Querneigung sich sogar weiter erhöhte.

Dass der PIC um 14:38:26 Uhr zu dem Copiloten sagte: „Nimm mal den Computer“, belegt nach Ansicht der BFU, dass er, obwohl er auf die Anweisungen des Jägerleitoffiziers konzentriert war, die Aufforderung des Copiloten zur Übernahme der Steuerung verstanden hatte und, um dabei mehr Bewegungsfreiheit zu bekommen, den auf seinem Schoß befindlichen Computer an den Copiloten übergeben wollte. Zu diesem Zeitpunkt, zwei Sekunden vor der Kollision, betrug die Querneigung des Learjet ca. 52°.

Innerhalb der letzten eineinhalb Sekunden ging die Querneigung des Learjet um 7° zurück. Dies ist nach Auffassung der BFU sehr wahrscheinlich auf eine entsprechende Steuereingabe des PIC zurückzuführen. Es ist wahrscheinlich, dass sich der Eurofighter für den links sitzenden PIC zu diesem Zeitpunkt am oberen linken Rand des linken Cockpitfensters und am Rand des Sichtbereichs befand.



Sichtmöglichkeiten vom Sitz des PIC

Quelle: Gates Learjet/BFU

2.2.3 Einsatzführungspersonal

Entsprechend seiner Zuständigkeit für die militärische Überwachung des Luftraums und die Koordination und Steuerung von Schutz- sowie Verteidigungsmaßnahmen wurde der militärische taktische Kontrolldienst durch Jägerleitoffiziere des Einsatzführungsdienstes Luftwaffe durchgeführt.

Die an der Übung beteiligten beiden Eurofighter wurden durch einen Jägerleitoffizier geführt, der Learjet durch einen anderen Jägerleitoffizier. Die Tatsache, dass die Arbeitsplätze der Jägerleitoffiziere sich direkt nebeneinander befanden, begünstigte eine direkte, auch nonverbale Kommunikation untereinander.

Die Auswertung des Funkverkehrs zeigt, dass die Learjet-Besatzung während der Übung, im Verlauf der Annäherung und der Identifizierungsphase, unverzüglich durch den Jägerleitoffizier über die jeweils beabsichtigten Handlungen der Eurofigh-

ter-Piloten informiert wurde. Obwohl das für den Learjet im Vorfeld der Übung „gebrieffte“ Radarunterstützungsverfahren *Radar Monitoring* war, wurden der Learjet-Besatzung Kurs- und Höhenanweisungen gegeben, die nach Ansicht der BFU eher dem Radarunterstützungsverfahren *Close Advisory Control* entsprachen.

Nachdem die Eurofighter-Formation Funkkontakt mit dem CRC aufgenommen hatte, führte der Jägerleitoffizier die beiden Flugzeuge mit dem Radarunterstützungsverfahren *Close Advisory Control* an den Learjet heran.

Sechs Minuten nach dem Start, etwa sechs nautische Meilen (NM) von dem Learjet entfernt in einer Höhe von ca. 3 300 ft AMSL, meldete der Formationsführer das zu identifizierende Luftfahrzeug in Sicht („TALLY“). Der Jägerleitoffizier wies daraufhin eine Linkskurve auf 030° und den Steigflug an. Als der Pilot des ersten Eurofighter um 14:27:26 Uhr das Kurzwort „JUDY“ übermittelt hatte, ergab sich für den Jägerleitoffizier entsprechend den festgelegten Verfahren, dass der Pilot die weitere Annäherung ohne Unterstützung durch ihn durchführen würde. Gemäß Übungsszenario informierte der Jägerleitoffizier die Eurofighter über Funk, dass das Luftfahrzeug zu einem „probable Renegade“ erklärt sei und sich möglicherweise ein Entführer als dritte Person an Bord befände. Ab 14:29:14 Uhr erhielt der Jägerleitoffizier, wie in den Verfahren für die Identifizierung vorgesehen, die Beschreibung der Merkmale des angesteuerten Flugzeuges und eine detaillierte Beschreibung der Beobachtungen des Piloten. Diese Informationen sollten eine Entscheidungsfindung über das weitere Vorgehen der Luftverteidigungskräfte ermöglichen.

Wie in dem Übungsablauf vorgesehen, wies der Jägerleitoffizier dem Piloten des Eurofighter als nächsten Schritt an, den Obey Check durchzuführen. Nachdem er erfahren hatte, dass der Learjet nicht reagierte, erteilte er 28 Sekunden vor der Kollision wiederum die Anweisung, erneut einen Obey Check durchzuführen und den Learjet in südwestliche Richtung zu führen. Der Eurofighter-Pilot bemerkte anhand der Lageänderungen des Learjet, dass dieser jetzt auf sein Signal reagierte und übermittelte diese Information dem Jägerleitoffizier.

Entsprechend dem Ablaufplan der Übung wurde die Learjet-Besatzung angewiesen, den Anordnungen des Eurofighter-Piloten nunmehr Folge zu leisten.

Der Jägerleitoffizier erhielt die Bestätigung, dass der Learjet den Anweisungen folgt durch die Worte des Eurofighter-Piloten: “Now the aircraft is responding and following in a left hand turn”. Unmittelbar darauf kam es zur Kollision. Nachdem er den Notruf

empfangen hatte, forderte der Jägerleitoffizier entsprechend den Verfahren den Piloten auf, den Emergency-Transpondercode einzustellen.

Etwa vier Minuten nach der Kollision, erhielt das CRC von dem Piloten des zweiten Eurofighter die Koordinaten der Absturzstelle des Learjet und informierte den SAR über den Flugunfall.

2.3 Spezifische Bedingungen

Zur Unfallzeit herrschten sehr gute Sichtweiten. Dies geht aus den vorliegenden Wetterdaten sowie der Tatsache hervor, dass der Eurofighter-Pilot aus etwa 6 NM (ca. 11 km) Entfernung den Learjet in Sicht gemeldet hatte.

Die beiden Piloten des Learjet hatten vor ihrer Tätigkeit für das Luftfahrtunternehmen als Piloten von Kampfflugzeugen der Bundeswehr große Erfahrung mit militärischen Verfahren erworben. Beide waren auch als Fluglehrer bei der Ausbildung von militärischen Jetpiloten tätig gewesen und hatten demzufolge auch wiederholt Schulungen von Piloten in den Bereichen Abfangeinsatz sowie Fliegen in Formation durchgeführt. Im Unternehmen waren beide Piloten im Durchschnitt jeweils 350 Stunden im Jahr geflogen. Die beiden Piloten waren einschließlich des Unfallfluges lediglich etwa 22 Stunden miteinander geflogen. Die Renegade-Übung wie sie am Unfalltag geflogen wurde, war für das Luftfahrtunternehmen eine eher selten durchzuführende Aufgabe, verglichen mit den anderen Formen der Flugzieldarstellung. Dies galt insbesondere auch für die beiden eingesetzten Piloten. So lag die letzte Renegade-Übung bei dem PIC dreieinhalb Jahre zurück und der Copilot hatte zuvor überhaupt erst einmal an einer derartigen Übung teilgenommen. Verglichen mit dem Copiloten war der PIC deutlich erfahrener sowohl was die Gesamtflugerfahrung als auch die Erfahrung in der Flugzieldarstellung angeht. Es ist nicht auszuschließen, dass er die Entscheidung des PIC, ihn die Übung fliegen zu lassen, deswegen nicht in Frage stellte. Aus den CVR-Aufzeichnungen ergaben sich jedenfalls keinerlei Hinweise, dass einer der beiden Piloten während des gesamten Fluges, insbesondere während der Annäherung der Eurofighter und der Identifizierungsphase, Unbehagen mit oder Zweifel an der Entscheidung über die Aufgabenverteilung im Cockpit als PF bzw. PNF hatte.

Die Aufzeichnungen des CVR belegen, dass der PIC während des gesamten Fluges den portablen Computer intensiv nutzte. Er nutzte ihn auch in der Phase des Abfangens, der Identifizierung und bei dem anschließenden Flugmanöver. Auch wenn eine konkrete Verzögerung bei der Übernahme der Steuerung nicht mit hinreichender Si-

cherheit nachgewiesen werden konnte, ist eine Ablenkung der Aufmerksamkeit des PIC von der in dieser kritischen Flugphase besonders wichtigen Beobachtung der eigenen Fluglage und des Abstandes und der Position zu dem Eurofighter wahrscheinlich. Die Vorgabe im Luftfahrtunternehmen über die Nutzung des Computers während des Fluges besagte lediglich, dass wenn der PF von Hand fliegt, der Computer auf seine Anweisung hin durch den PNF bedient werden sollte. Detaillierte Festlegungen darüber, in welcher Betriebsphase das Gerät genutzt bzw. nicht genutzt werden durfte, gab es nicht.

Auch wenn die Obduktionsergebnisse keine eindeutige Feststellung der Todesursache der beiden Learjet-Piloten ermöglichte, und auch eventuelle Vorerkrankungen dadurch nicht ausgeschlossen werden konnten, erbrachten die CVR- und FDR-Daten keinerlei Hinweise auf irgendeine gesundheitliche Beeinträchtigung bei einem der Insassen des Learjet.

Der Eurofighter-Pilot war erfahren. Seine jährliche geflogene Stundenzahl war nach den Festlegungen der Bundeswehr ausreichend. Abfangeinsätze generell waren für den Piloten Routine. Er hatte solche Einsätze innerhalb der letzten eineinhalb Jahre durchschnittlich etwa alle zwei Wochen geflogen. In der Intervention, also dem Eingriff in den Flugweg des anderen Flugzeuges, hatte der Pilot nur wenig Erfahrung, da Abfangeinsätze in der Regel nach der Identifizierungsphase abgebrochen wurden.

2.4 Sicherheitsmechanismen

Im Rahmen dieser Untersuchung sollen unter dem Begriff Sicherheitsmechanismen technische Systeme, Maßnahmen, Verfahren und Einrichtungen verstanden werden, die die Auswirkungen auftretender technischer oder menschlicher Fehler im Sinne der Wahrung der Flugsicherheit minimieren sollen.

2.4.1 Verfahren im Luftfahrtunternehmen

Die OM-A-Festlegung im Luftfahrtunternehmen, das „Cross-Cockpit Flying“ zu vermeiden, galt für Formationsflüge und speziell für *Close Formation*. Der Grund dafür ist der sehr geringe Abstand der an einer *Close Formation* beteiligten Luftfahrzeuge und die Sichteinschränkung des jeweiligen Piloten auf das andere Luftfahrzeug. Für Zieldarstellungsflüge, speziell für die Renegade-Übung waren keine derartigen Vorgaben gemacht.

Im Unternehmen gab es die Festlegung, dass das Flugzeug bei Zieldarstellungsflügen von einem Piloten verantwortlich geführt wird, der über langjährige Erfahrung als

Pilot von Militärjets verfügt. Aufgrund dieser militärischen Erfahrung war ein solcher Pilot sowohl mit Taktik und Sicherheitsmaßnahmen vertraut als auch unter anderem im Formationsflug ausgebildet. Diese Voraussetzungen waren bei beiden Piloten des Learjet grundsätzlich gegeben. Die unter anderem auch als Sicherheitsmaßnahme getroffene Festlegung, ehemalige Militärjetpiloten einzusetzen, war grundsätzlich richtig, könnte nach Auffassung der BFU in diesem konkreten Fall jedoch zu einem nachteiligen Effekt geführt haben, da diese im Vergleich zu vielen Zivilpiloten es gewohnt waren, deutlich energischer zu manövrieren.

Für den Formationsflug waren in dem FBH der Luftwaffe für den Fall eines Verlusts des Sichtkontakts zum Führungsluftfahrzeug Maßnahmen für den jeweiligen Piloten vorgeschrieben. Diese beinhalteten Richtungs- und Fluglagevorgaben sowie Anweisungen zur Kommunikation. Das Luftfahrtunternehmen hatte diesbezüglich keine vergleichbaren detaillierten Festlegungen im Betriebshandbuch. Es wurde jedoch für den Bereich Formationsflug darauf verwiesen, dass militärische Standardverfahren für den Formationsflug immer anzuwenden sind und jede Abweichung davon zuvor gebrieft oder über Funk angekündigt werden sollte.

2.4.2 Learjet-Besatzung – Crew Resource Management

Die Auswertung der CVR-Aufzeichnung des Learjet verdeutlicht nach Ansicht der BFU Mängel bei der Anwendung der Prinzipien des Crew Resource Management. Die Mängel waren in den Bereichen Kooperation, Kommunikation, Führungsverhalten, situativer Aufmerksamkeit und Entscheidungsfindung festzustellen.

Während das Flugzeug sich nahe Ramstein im Kreisflug befand, um auf den Beginn der Übung zu warten, fragte der Copilot: „Du sagst dann Bescheid, wenn du übernehmen willst, ja?“ Diese Bemerkung bezüglich der weiteren Aufgabenverteilung im Cockpit beantwortete der PIC mit den Worten: „Du, das lass uns mal nach Büchel machen. Solange mach ich hier weiter.“ Damit hatte der PIC entschieden, dass der Copilot die Funktion des PF auch während der Abfangübung ausüben sollte. Bei diesem Gespräch wurde weder das Für und Wider einer Steuerführung durch den rechts Sitzenden erörtert, noch fragte der PIC explizit nach der Meinung des Copiloten dazu oder erkundigte sich nach dessen Verfassung. Es wurde zu keiner Zeit darüber geredet, welche Erwartungen der PIC bezüglich der Durchführung der Übung an den Copiloten hatte.

Laut CVR-Aufzeichnungen hat der PIC zwischen 14:29:21 Uhr und 14:38:10 Uhr sich intensiv mit der äußeren Umgebung, d.h. der Beobachtung der Bewegungen des Eu-

rofighter, der jeweils aktuellen Distanz zum Luftraum des Flughafens Paderborn und der noch für die Übung zur Verfügung stehenden Zeit beschäftigt und den Copiloten darüber informiert. Darüber hinaus sprach er mit dem Jägerleitoffizier. Aus den Äußerungen des PIC und denen des Copiloten ergaben sich keinerlei Hinweise, dass Details des Ablaufs des bevorstehenden Manövers erörtert oder mögliche Risiken angesprochen wurden.

Weder der Copilot als PF noch der PIC als PNF stellte die Nutzung des Computers in der Phase der Identifizierung und der Intervention in Frage.

Obwohl zehn Sekunden vor der Kollision der Copilot den PIC darauf aufmerksam gemacht hatte, dass er den Sichtkontakt zu dem Abfangjagdflugzeug verloren hatte, führte dies jedoch nicht zu einem Abbruch des Kurvenfluges. Im OM-A des Luftfahrtunternehmens gab es keine Festlegungen, die detaillierte Vorgaben für die Piloten für den Fall eines Sichtverlustes auf das andere Luftfahrzeug bei Flügen zur Flugzieldarstellung oder anderen Betriebsarten wie z.B. Formationsflügen beinhalteten. Mit dem Fortsetzen des Kurvenfluges handelte die Besatzung jedoch entgegen den Festlegungen für Formationsflüge im FBH der Luftwaffe wie bei Verlust der Sichtverbindung zum Führungsluftfahrzeug zu verfahren war. Ebenso entgegen der Vorgabe im OM-A des Luftfahrtunternehmens, wonach die für Formationsflüge geltenden militärischen Standardverfahren immer anzuwenden sind.

Bei Verlust des Sichtkontakts hätte nach Meinung der BFU der Kurvenflug sofort abgebrochen werden müssen. Stattdessen bat der Copilot den PIC, die Steuerung zu übernehmen. Sehr wahrscheinlich war der Copilot in dieser Phase davon überzeugt, dass der links sitzende PIC das Abfangjagdflugzeug in Sicht haben und selbst die Linkskurve fortsetzen würde. Keiner der beiden Piloten sprach die während des Kurvenfluges anwachsende Querneigung an bzw. griff korrigierend ein.

2.4.3 Eurofighter-Piloten – Crew Resource Management

Der Eurofighter-Pilot, der etwa zehn Sekunden vor der Kollision gesehen hatte, dass der Learjet ihm folgt, steuerte sein Flugzeug daraufhin in die Kurve und meldete mit den Worten: "Now the aircraft is responding by rocking wings and following in a left hand turn." Die in den verbleibenden acht Sekunden annähernd konstanten Werte der Flughöhe, der angezeigten Fluggeschwindigkeit und der Querneigung des Eurofighter sprechen dafür, dass der Schwerpunkt seiner Aufmerksamkeitsverteilung in diesem Zeitraum auf Steuerung, Navigation und Kommunikation lag und er die weiter anwachsende Querneigung des Learjet nicht beobachtet hat. Dies stimmt auch mit

seiner Aussage überein, er habe die Kollision durch eine Erschütterung wahrgenommen während er gerade ins Cockpit schaute.

Dieser Ablauf zeigt nach Meinung der BFU einerseits, dass der Pilot eines einsitzigen Eurofighter, verglichen mit den in der Vergangenheit bei der Bundeswehr eingesetzten doppelsitzigen Abfangjagflugzeugen, in dieser Phase in höherem Maß beansprucht ist. Zum anderen haben nach Überzeugung der BFU zu der Aufmerksamkeitsverteilung des Eurofighter-Piloten seine aus der Erfahrung vergleichbarer Übungen resultierende Erwartungshaltung bzw. sein Vertrauen in die Handlungsweise des Trainingspartners beigetragen.

Der Pilot des zweiten Eurofighter konnte in der Phase der Identifizierung und Intervention aufgrund der Distanz zu den beiden anderen Flugzeugen den anderen Piloten nicht effektiv bei der Beobachtung des Learjet unterstützen bzw. bezüglich der Flugmanöver in den letzten acht Sekunden warnen. Nach der Kollision half er bei der Beurteilung der Schäden an dem Eurofighter und unterstützte dessen Piloten bei der Entscheidungsfindung und Kommunikation, bis zur Landung des beschädigten Abfangjagflugzeuges.

2.5 Organisatorische Aspekte

2.5.1 Organisatorische Aspekte im Luftfahrtunternehmen

Das Unternehmen hatte seit Mitte der 1960er-Jahre in dem anspruchsvollen Bereich der Flugzieldarstellung operiert und dabei ein hohes Flugsicherheitsniveau gewährleistet. Das Safety Management System war im Luftfahrtunternehmen aufgrund der entsprechenden luftrechtlichen Forderungen formal eingeführt. So war ein SMS-Handbuch erstellt und durch das LBA genehmigt worden. Die Tatsache, dass bis zum Unfallzeitpunkt im Unternehmen noch keine konkrete Gefahren- und Risikobeurteilung durchgeführt worden war, zeigt nach Ansicht der BFU jedoch, dass sich das SMS im Unternehmen noch in der Entwicklung befand und noch nicht in vollem Umfang wirksam war. Insbesondere wirkte sich aus, dass bis zum Unfall eine Risikoanalyse des Flugbetriebs im Luftfahrtunternehmen noch nicht in allen Bereichen durchgeführt worden war.

Eine umfassende Risikoanalyse hätte nach Auffassung der BFU dem Unternehmen die zusätzliche Möglichkeit gegeben, bezogen auf die Renegade-Übung bestimmte Verfahren wie das „Cross-Cockpit“-Fliegen, das Kurven mit größeren Querneigungen

in naher Distanz zum Abfangjagdflugzeug und die Verwendung eines Tablet Computers zu analysieren und eventuell Maßnahmen zur Risikominimierung festzulegen.

Auch wenn die Festlegung im Betriebshandbuch des Luftfahrtunternehmens, das Fliegen im „Cross-Cockpit“-Verfahren zu vermeiden, nicht für eine Renegade-Übung sondern für Formationsflüge und speziell für den engen Verbandsflug (Close Formation) getroffen war, zeigt der Unfall jedoch, dass bei geringer Distanz zwischen den Flugzeugen aufgrund der eingeschränkten Sichtmöglichkeiten bereits bei kleinen Positions- bzw. Lageänderungen der jeweiligen Luftfahrzeuge die Sicht für einen Piloten auf ein auf der anderen Seite fliegendes Abfangjagdflugzeug verloren gehen kann. Dies gilt selbst für das Muster Learjet, das aufgrund lediglich einer Strebe in der Cockpitverglasung verglichen mit anderen Luftfahrzeugmustern gute Sichtmöglichkeiten bietet.

Nach Auffassung der BFU entsprach die extreme Querneigung von mehr als 50° nicht realistisch dem geplanten Übungsszenario. Besatzungen eines „normalen“ zivilen Flugzeuges insbesondere eines Verkehrsflugzeuges würden eine solche Kurve sehr wahrscheinlich mit 10°-15°, maximal mit 30° Querneigung fliegen.

Im Internet verfügbare Videoaufnahmen über das Luftfahrtunternehmen und eigene Beobachtungen eines Mitarbeiters der BFU zeigen, dass auch bei anderen Formationsflügen bzw. Flügen zur Flugzieldarstellung des Unternehmens Querneigungen von 45° und mehr eingenommen wurden. Die Auswertung des FDR des Learjet ergab, dass die Querneigung bei ca. 63% der 35 gespeicherten Flüge den Wert von 60° erreicht hatte. Dies belegt, dass diese Vorgehensweise im Unternehmen allgemein gebräuchlich, aber auch für den PIC und den Copiloten nicht außergewöhnlich war. Dafür spricht auch die Tatsache, dass der PNF keinerlei Bemerkungen über die Steuereingabe des PF und die dadurch stark zunehmende Querneigung des Learjet gemacht hat.

Der im Cockpit des Learjet verwendete Computer entsprach gemäß EASA AMC 30-25 der Beschreibung eines portablen EFB. Einige der installierten Anwendungen wie Moving Map und Operation Manual waren in der Beispielliste des Appendix B als Typ B-Software aufgeführt.

Nach Auffassung der BFU sollte ebenso Bestandteil der Risikoanalyse sein, inwieweit es durch die Verwendung des portablen EFB zu einer Ablenkung der Aufmerksamkeit kommen kann und welche Flugphasen allgemein und bezogen auf die Be-

sonderheiten der Betriebsarten des Luftfahrtunternehmens als kritische Flugphasen anzusehen sind.

2.5.2 Organisatorische Aspekte in der Luftwaffe

Bei der Betrachtung des Renegade-Verfahrens durch die Bundeswehr muss nach Auffassung der BFU eine Analyse im Hinblick auf Risiken für die Flugsicherheit mindestens zwei Ebenen umfassen.

Die erste Ebene einer Risikoanalyse ist die Betrachtung des Übungsszenarios. Dabei ist eine Betrachtung der Übung hinsichtlich des Verhältnisses von Realitätsnähe und Risiko erforderlich. Grundsätzlich sind alle an der Übung Beteiligten mit den zivilen sowie militärischen Verfahren und Taktiken vertraut und an einem erfolgreichen und sicheren Übungsablauf interessiert. Aus Sicht der BFU zeigen die Abläufe der Übung, dass die an der Übung beteiligten Organisationen ein großes Vertrauen in die Kenntnis der Verfahren und richtige Anwendung der Standards hatten. Zudem werden die in der Übung durchzuführenden Flugmanöver häufig angewandt und werden generell für entsprechend ausgebildete Militärpiloten als nicht besonders anspruchsvoll eingeschätzt. Gleichwohl müssen mögliche Steuerfehler oder Fehlreaktionen der Piloten einkalkuliert werden. Bei der Planung der Renegade-Übung durch die Luftwaffe waren verschiedene Sicherheitsvorkehrungen für die Übungsteilnehmer getroffen worden. Diese generellen Sicherheitsvorkehrungen wurden bei vergleichbaren Übungen vorgegeben und reichten von Grundsätzen der Koordination über Funkfrequenzen bis zu den Kurzworten „KNOCK IT OFF“ bzw. „TERMINATE“ zum sofortigen Abbruch der Übung. Nach Meinung der BFU hätte jedoch zusätzlich die Möglichkeit bestanden, in der Übungsplanung und Auftragserteilung genauere Vorgaben über die Rolle zu machen, die der Learjet in der Übung spielen sollte. So hätte beispielsweise bei einer Festlegung zur Darstellung eines Verkehrsflugzeuges der Learjet mit dementsprechend begrenzter Manövrierfähigkeit etwa durch Nutzung des Autopiloten agieren können.

Im Unterschied zu einer realen Renegade-Situation war es in dem Übungsszenario möglich, im Vorfeld Absprachen vorzunehmen. Im vorliegenden Fall geschah dies zum einen längerfristig durch die Übungsplanung und zum anderen in den am Vormittag vor der Übung durchgeführten jeweiligen telefonischen Besprechungen mit dem Luftfahrtunternehmen und dem Luftwaffengeschwader, in denen letzte Präzisierungen des Übungsablaufs vorgenommen wurden. Es erfolgte jedoch keine direkte Absprache zwischen den Eurofighter- und den Learjet-Piloten, sondern über das Zentrum Luftoperationen, also über Dritte.

Die laut FBH für Luftkampf geltende Festlegung, dass ein Mindestabstand von 500 ft Schrägentfernung nur unterschritten werden darf, wenn zwischen den Beteiligten eine vorhergegangene Absprache unter Festlegung eines Mindestabstands stattgefunden hat, war formal nicht erfüllt. Auch ohne einen definierten Mindestabstand war jedoch allen an der Übung Beteiligten aufgrund deren Erfahrung klar, dass insbesondere in der Phase der Identifikation die Flugzeuge sich in einem geringen Abstand zueinander befinden würden.

In der zweiten Ebene der notwendigen Risikoanalyse des Renegade-Szenarios ist eine tatsächliche Renegade-Situation mit den Eskalationsstufen „suspected“, „probable“ und „confirmed“ zu betrachten. Bei einem solchen Szenario muss aus Sicht der BFU davon ausgegangen werden, dass die Besatzung des zivilen Flugzeuges mit den militärischen Verfahren und Taktiken nicht vertraut ist. Mögliche Steuerfehler oder versehentliche Fehlreaktionen von Piloten müssen hier generell einkalkuliert werden. Die Situation eines „suspected“ Renegade kann beispielsweise bereits aufgrund des Verlusts des Funkkontakts des zivilen Luftfahrzeuges entstehen. In solchen Fällen kann der Funkkontakt allerdings häufig wiederhergestellt und der Abfangeneinsatz nach der Identifizierungsphase ohne Intervention beendet werden. In einigen Fällen muss der Abfangeneinsatz jedoch über die Identifizierungsphase hinaus fortgesetzt werden. Auch wenn Luftfahrzeuge beim Abfangen und insbesondere in der Phase der Identifizierung in sehr geringem Abstand zueinander fliegen und in der Phase der Intervention in einer Art Formation fliegen, handelt es sich dabei im luftrechtlichen Sinne nicht um einen Verbandsflug, da es zwischen den Piloten zuvor keine direkten Absprachen gibt. Zudem sind Piloten von Zivilluftfahrzeugen gewöhnlich nicht im Formationsflug ausgebildet. In Einzelfällen, in denen die Lagebeurteilung zu dem Ergebnis führt, dass aufgrund der vorliegenden Informationen es sich um einen „probable“ Renegade oder „confirmed“ Renegade handelt, wären plötzliche, unerwartete Flugmanöver seitens des Luftfahrzeuges nach Meinung der BFU sogar als wahrscheinlich anzusehen.

2.5.3 Externe organisatorische Aspekte

Bei der Untersuchung wurde festgestellt, dass die flugbetriebliche Praxis des Luftfahrtunternehmens sehr spezialisiert war. Dies schlug sich auch in den Festlegungen im Betriebshandbuch des Luftfahrtunternehmens nieder. Gleichwohl hatte der Flugbetrieb des Unternehmens nichts mit den durch das LBA im AOC genehmigten Betriebsarten zu tun. Aufgrund seiner Aufgabenstellung und der Organisationsform operierte das Luftfahrtunternehmen zwischen der gewerblichen zivilen Luftfahrt

einerseits und den militärischen Anforderungen als Dienstleister der Streitkräfte andererseits.

Die Überwachung und Unterstützung des Unternehmens durch das LBA war unzureichend. Dazu haben zum einen der Personalmangel im Referat Flugbetrieb des LBA und die aus der Umstellung auf die Verordnung (EU) 965/2012 resultierende zusätzliche Arbeitsbelastung und zum anderen die Tatsache beigetragen, dass in Deutschland zur Zeit des Flugunfalls die Durchführung von Luftarbeit keiner Genehmigungspflicht unterlag. Nach Auffassung der BFU sollte die Aufsichtsführung des LBA jedoch die flugbetriebliche Praxis des Luftfahrtunternehmens umfassen, um eine Übersicht zu haben und einschätzen zu können, ob das Unternehmen über ein effektives Safety Management System verfügt.

Die Untersuchung ergab, dass das Safety Management System bis zum Unfallzeitpunkt kein besonderer Schwerpunkt der Aufsicht des LBA im Luftfahrtunternehmen war. Auch noch bei dem vier Monate nach dem Flugunfall, im Oktober 2014, durchgeführten Audit mit Schwerpunkt im Bereich Management System gab es keinerlei Beanstandungen. Bei dem Audit wurden weder ein Ergebnis einer unternehmensinternen Untersuchung des Flugunfalls noch die Ergebnisse etwaiger interner Sicherheitsaudits erfragt. Um die Aufgabe der Luftfahrtbehörde bezüglich des SMS erfüllen zu können, die von den Luftfahrtunternehmen vorgelegten Dokumente zu bewerten und die Umsetzung im Rahmen der flugbetrieblichen Überwachung zu überprüfen, sollten die Mitarbeiter des LBA, die für die Aufsicht von Luftfahrtunternehmen zuständig sind, ausreichend geschult sein.

Nach Ansicht der BFU ist der Flugbetrieb von Unternehmen, die im Auftrag der Streitkräfte im Bereich der bemannten Flugzieldarstellung als Vertragspartner für die Bundeswehr tätig sind, hauptsächlich auf die Anforderungen und Bedürfnisse der Streitkräfte ausgerichtet. Dies zeigt sich beispielsweise bei der Flugdurchführung, dem Flugprofil, der notwendigen Ausrüstung sowie bei den erforderlichen Kenntnissen militärischer Verfahren und Taktiken. Seitens der Bundeswehr wurde zur Zeit des Flugunfalls zwar der Bedarf und die Durchführung unbemannter und bemannter Flugzieldarstellung zentral geplant, durchgeführt und kontrolliert, eine Auditierung bzw. Aufsicht solcher Unternehmen durch die Bundeswehr im Sinne der militärischen Flugsicherheit gab es jedoch nicht. Lediglich eines der drei zur Zeit des Flugunfalls von der Bundeswehr mit der bemannten Flugzieldarstellung beauftragten Unternehmen hatte eine Betriebsgenehmigung als ziviles Luftfahrtunternehmen und unterlag damit der betrieblichen Aufsicht des Luftfahrt-Bundesamtes. Da zu dieser Zeit Luftar-

beit in Deutschland jedoch keiner Genehmigung bedurfte, erstreckten sich die Aktivitäten des LBA nicht auf den eigentlichen Kernbereich des Flugbetriebes des Luftfahrtunternehmens. Bei den anderen beiden Unternehmen, die bemannte Flugziel-darstellung durchführten, gab es seitens des LBA keinerlei Zuständigkeit im Sinne der flugbetrieblichen Genehmigung bzw. Aufsicht, da es keine Luftfahrtunternehmen waren. Um bei Flügen zur Flugziel-darstellung Anforderungen der der Auftrag gebenden und die Übung durchführenden Bundeswehr an die Flugsicherheit Berücksichtigung finden zu lassen, sollte deren Expertenwissen stärker einfließen.

Die Bundesrepublik Deutschland (BRD) hatte zur Zeit des Flugunfalls und bis zum Abschluss dieser Untersuchung kein ausgearbeitetes State Safety Programme. Nach Einschätzung der BFU wies die BRD in allen fünf Bereichen der in dem ICAO Safety Management Manual genannten Zielsetzung des State Safety Programme Defizite auf. Die Bereiche bezogen sich auf die rechtlichen Rahmenbedingungen, die Harmonisierung, die Einrichtung des Monitoring und die Messung der Safety Performance in der nationalen Luftfahrt, die Koordination und kontinuierlichen Verbesserung der Funktion des Safety Management wie auch auf die Unterstützung von Kommunikation und Interaktion von Organisationen, die im Bereich der Flugsicherheit tätig waren.

Nach Ansicht der BFU wäre für eine Gewährleistung eines hohen Niveaus der Flugsicherheit allgemein und bei der bemannten Flugziel-darstellung durch zivile Unternehmen im Besonderen ein künftig verbesserter Informationsaustausch zwischen den verschiedenen für die Flugsicherheit zuständigen zivilen (Luftfahrt-Bundesamt) wie auch militärischen Organisationen (seit Oktober 2014 Luftfahrtamt der Bundeswehr) von großer Bedeutung.

Während in der europäischen Vorschrift (EU) 965/2012 Anhang VIII, Teil Specialised Operations (SPO), Flüge zum Absetzen von Fallschirmspringern oder Schleppen von Gegenständen als Beispiel aufgeführt werden, sind Luftbetankung (Air to Air Refuelling) und Flugziel-darstellung nicht in der Beispielliste enthalten. Aus Sicht der BFU sollten auch solche Betriebsarten in der Auflistung enthalten sein.

3. Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

- Die Piloten beider Flugzeuge besaßen die für die Flugdurchführung vorgeschriebenen Lizenzen und Berechtigungen und waren erfahren.
- Die beiden Learjet-Piloten hatten vor ihrer Tätigkeit für das Luftfahrtunternehmen langjährige Erfahrung auf militärischen Strahlflugzeugen erworben.
- Der PIC des Learjet hatte in den letzten dreieinhalb Jahren keine Renegade-Übungen geflogen. Für den Copiloten war der Unfallflug erst der insgesamt zweite Flug einer Renegade-Mission.
- Es wurden keine Hinweise auf technische Mängel an den Luftfahrzeugen festgestellt.
- Die beteiligten Jägerleitoffiziere besaßen die vorgeschriebenen Lizenzen und Berechtigungen.
- Auch wenn die Untersuchungsmöglichkeiten bei der Obduktion der Insassen des Learjet eingeschränkt waren, ergab die Untersuchung keine Hinweise auf eine eventuelle Einschränkung der Leistungsfähigkeit der Piloten.
- Die Wetterbedingungen hatten keinen ursächlichen Einfluss auf den Flugunfall.
- Die Flugzeuge befanden sich zur Zeit des Flugunfalls im Luftraum E in einer Flughöhe von ca. 8 000 ft AMSL.
- Beide Flugzeuge standen mit dem gleichen CRC in Kontakt, jedoch auf verschiedenen Frequenzen und mit unterschiedlichen Jägerleitoffizieren.
- Im Verlauf des Fluges entschied der PIC, dass der Copilot den Learjet auch während der Abfangübung steuern sollte, der PIC übte die Funktion des PNF aus.
- Der PIC des Learjet nutzte intensiv einen portablen Computer während des gesamten Fluges für die Navigation.
- Etwa 15 Sekunden vor der Kollision wurde der Autopilot abgeschaltet, der Copilot steuerte das Flugzeug manuell in eine wechselseitige Drehung um die Längsachse und folgte dem Eurofighter in eine Linkskurve.

- Die Untersuchung ergab, dass die Schrägentfernung der beiden Flugzeuge zu Beginn des Kurvenfluges ca. 30 m betrug.
- Obwohl der Copilot den Sichtkontakt zu dem Eurofighter verlor, als der Learjet eine linke Querneigung von etwa 4° hatte, wurde der Kurvenflug fortgesetzt. Der Learjet drehte dabei deutlich stärker um die Hoch- und Längsachse als der Eurofighter. Die Geschwindigkeit des Eurofighter blieb annähernd gleich, die des Learjet erhöhte sich.
- Bei der Übernahme der Steuerung unmittelbar vor der Kollision war der PIC durch den portablen Computer abgelenkt.
- Der Eurofighter-Pilot hatte über Funk gemeldet, dass der Learjet auf seine Anweisungen reagierte.
- In den letzten acht Sekunden bis zur Kollision war er auf die Steuerung seines Flugzeuges, die Navigation und Kommunikation konzentriert und hat den Learjet nicht beobachtet.
- Zum Kollisionszeitpunkt hatte der Learjet einen Steuerkurs von 358° und eine Querneigung von 46° nach links und der Eurofighter einen Steuerkurs von 001° und die Querneigung 26° nach links.
- Die erste Berührung erfolgte zwischen der Oberseite des Rumpfes des Learjet und der in Flugrichtung rechten Seite der Startschiene an der Outboard Wing Station des Eurofighter und dann mit dessen rechtem Außentank. Die Verkleidung des rechten Triebwerks des Learjet kollidierte dann mit der Rumpfunterseite des Eurofighter im Bereich des rechten Triebwerks.
- Der Learjet wurde durch die Kollision zerstört und geriet im Flug in Brand. Der Flugunfall war für die Insassen nicht überlebbbar.
- Der Eurofighter wurde bei der Kollision schwer beschädigt, der Pilot konnte das Luftfahrzeug jedoch auf dem Heimatflugplatz landen.
- Aufgrund der Distanz zu den vorausfliegenden Flugzeugen konnte der Pilot des zweiten Eurofighter die Flugmanöver visuell nicht detailliert beobachten.
- Bei der Untersuchung wurden Mängel im Bereich des Crew Resource Management der Besatzung des Learjet festgestellt.
- Das Safety Management System im Luftfahrtunternehmen befand sich zur Zeit des Unfalls noch in der Entwicklung und war noch nicht vollständig eingeführt.

Insbesondere waren noch keine Risikoanalyse des Flugbetriebes und speziell der Renegade-Übung durchgeführt worden.

- Der verwendete Computer war aufgrund seiner Nutzung und der Software Anwendungen als EFB mit Typ B Anwendungen anzusehen.
- Durch das Safety Management des Luftfahrtunternehmens war die Nutzung des Computers sowie die Anwendung des „Cross-Cockpit“-Verfahrens nicht hinreichend auf damit verbundene Flugsicherheitsrisiken hin analysiert.
- Die im AOC festgelegten, vom LBA genehmigten Betriebsarten stimmten nicht mit der flugbetrieblichen Praxis des Luftfahrtunternehmens überein. Luftarbeit war zur Zeit des Flugunfalls in Deutschland nicht genehmigungspflichtig.
- Es fanden sich in den Unterlagen des LBA keinerlei Hinweise, dass der Stand der Einführung des Safety Management Systems im Luftfahrtunternehmen bis zum Unfall Gegenstand besonderer Überwachung war.
- Die Verfahrensvorgaben der Bundeswehr für das Abfangen eines unbekanntes Luftfahrzeuges (Renegade) waren nicht detailliert beschrieben und durch entsprechende Risikoanalysen betrachtet.
- Einen Informationsaustausch zwischen der Bundeswehr und dem Luftfahrt-Bundesamt bezüglich der Besonderheiten und Flugsicherheitsaspekte bei der Flugzieldarstellung gab es nicht.
- Die Forderung der ICAO nach Einführung eines State Safety Programme in den Mitgliedsstaaten war in der Bundesrepublik Deutschland zur Zeit des Unfalls nicht erfüllt.

3.2 Ursachen

Der Flugunfall ist auf folgende Ursachen zurückzuführen:

Unmittelbare Ursachen:

- Bei der Positionierung für die Intervention wurde ein Kollisionsrisiko aufgrund unerwarteter Manöver des abgefangenen Flugzeuges nicht hinreichend berücksichtigt.
- Bei der Durchführung der Übung berücksichtigte die Besatzung des Learjet in ihrer Entscheidung über die Aufgabenverteilung nicht hinreichend die Risiken infolge möglicher Sichteinschränkungen sowie einer Ablenkung durch die Nutzung des Computers.

Aufgrund unzureichenden Situationsbewusstseins während der Intervention setzte die Learjet-Besatzung den Kurvenflug trotz Verlust des Sichtkontakts zum an der Kurveninnenseite fliegenden Eurofighter fort und nahm dabei eine exzessive Querneigung ein.

Systemische Ursachen:

- Im Luftfahrtunternehmen waren keine detaillierten Vorgaben gemacht, wie die Aufgaben in der Besatzung bei einer Renegade-Übung verteilt werden sollten.
- Das Training für das Abfangen eines unbekanntes Luftfahrzeuges (Renegade) war weder bei dem mit der Flugzieldarstellung beauftragten Luftfahrtunternehmen noch bei der Luftwaffe ausreichend beschrieben und durch entsprechende Risikoanalysen betrachtet worden.

4. Sicherheitsempfehlungen

Zur Vorbeugung weiterer Flugunfälle hat die BFU die folgenden Sicherheitsempfehlungen herausgegeben:

Empfehlung Nr.: 03/2015

Das Luftfahrtunternehmen sollte sicherstellen, dass bei Flügen zur Flugzieldarstellung ein hohes Flugsicherheitsniveau erreicht wird. Dazu sollten diese Flüge im Hinblick auf latente Flugsicherheitsrisiken untersucht und Maßnahmen zur Risikominimierung getroffen werden.

Für die Flugzieldarstellung zum Training des Renegade-Verfahrens sollten bei der Risikoanalyse insbesondere folgende Punkte betrachtet werden:

- Anwendbarkeit von „Cross-Cockpit“-Verfahren
- Verwendung des portablen Computers während kritischer Flugphasen
- Verfahren bei Verlust des Sichtkontakts
- Anwendung von angemessenen Flugmanövern für das im Training dargestellte Flugziel

Empfehlung Nr.: 04/2015

Das Luftfahrtamt der Bundeswehr (LufABw) sollte sicherstellen, dass beim Abfangen eines zivilen Luftfahrzeuges ein hohes Maß der Flugsicherheit gewährleistet wird.

Das Renegade-Verfahren sollte hinreichend beschrieben und dahingehend präzisiert werden, dass für die beteiligten Luftfahrzeuge das Kollisionsrisiko auch für den Fall unerwarteter Manöver des abgefangenen Luftfahrzeuges minimiert wird. Zu diesem Zweck sollte bei der Beschreibung des Verfahrens den aus dem Einsatz einsitziger Abfangjagflugzeugen geänderten Erfordernissen stärker Rechnung getragen werden. Die Anforderungen an Piloten bezüglich der Aufmerksamkeits- und Aufgabenverteilung in den einzelnen Phasen des Verfahrens sollten präzisiert und der Pilot des zweiten Abfangjagflugzeuges zur Unterstützung stärker einbezogen werden, um eine ständige Beobachtung des abgefangenen Luftfahrzeuges zu gewährleisten.

Empfehlung Nr.: 05/2015

Das Luftfahrtamt der Bundeswehr (LufABw) sollte sicherstellen, dass Unternehmen, die als zivile Vertragspartner der Bundeswehr Flugzieldarstellung durchführen, hinsichtlich ihres Flugbetriebes und ihrer Flugsicherheitsorganisation höchsten Standards der Bundeswehr genügen.

Für den Fall, dass das beauftragte Dienstleistungsunternehmen nicht über ein Luftverkehrsbetreiberzeugnis (AOC) durch eine zivile Luftfahrtbehörde verfügt, sollte das LufABw sicherstellen, dass das Dienstleistungsunternehmen so organisiert ist, dass Risikoanalysen seiner flugbetrieblichen Aktivitäten im Bereich der Flugzieldarstellung durchgeführt werden, die geeignet sind, ein hohes Maß an operationeller Sicherheit zu gewährleisten.

Für den Fall, dass es sich bei dem mit der Flugzieldarstellung beauftragten Dienstleister um ein durch das Luftfahrt-Bundesamt (LBA) zugelassenes ziviles Luftfahrtunternehmen handelt, sollte zwischen dem LufABw und dem LBA ein regelmäßiger Informationsaustausch zu speziellen operationellen Themen und Flugsicherheitsthemen organisiert werden, um das LBA diesbezüglich zu unterstützen.

Empfehlung Nr.: 06/2015

Das Luftfahrt-Bundesamt sollte Luftfahrtunternehmen, die als Dienstleister für die Streitkräfte tätig sind hinsichtlich ihres Betriebes effektiv beaufsichtigen.

Dabei sollte das LBA zum besseren Verständnis der militärischen Besonderheiten mit dem Luftfahrtamt der Bundeswehr (LufABw) zusammenarbeiten. Zu diesem Zweck sollte zwischen dem Luftfahrt-Bundesamt und dem Luftfahrtamt der Bundeswehr ein regelmäßiger Informationsaustausch zu speziellen operationellen Themen und Flugsicherheitsthemen organisiert werden.

Empfehlung Nr.: 07/2015

Das Luftfahrt-Bundesamt (LBA) sollte sicherstellen, dass Luftfahrtunternehmen über ein effektiv arbeitendes Safety Management System verfügen.

Dabei sollte insbesondere gewährleistet werden, dass durch das Safety Management System die wesentlichen Betriebsarten des Luftfahrtunternehmens im Hinblick auf Flugsicherheitsrisiken analysiert werden und wenn erforderlich Maßnahmen zur Risikominderung getroffen werden.

Empfehlung Nr.: 08/2015

Die Europäische Agentur für Flugsicherheit (EASA) sollte die Verordnung (EU) Nr. 965/2012, im Teil Specialised Operations (SPO) *SPO.GEN.005 Scope (a)* aufgeführte Beispielliste um den Begriff der Flugzieldarstellung ergänzen.

Untersuchungsführer: Jens Friedemann

Untersuchung vor Ort: Lutz Jäkel, Lothar Müller, Jens Friedemann

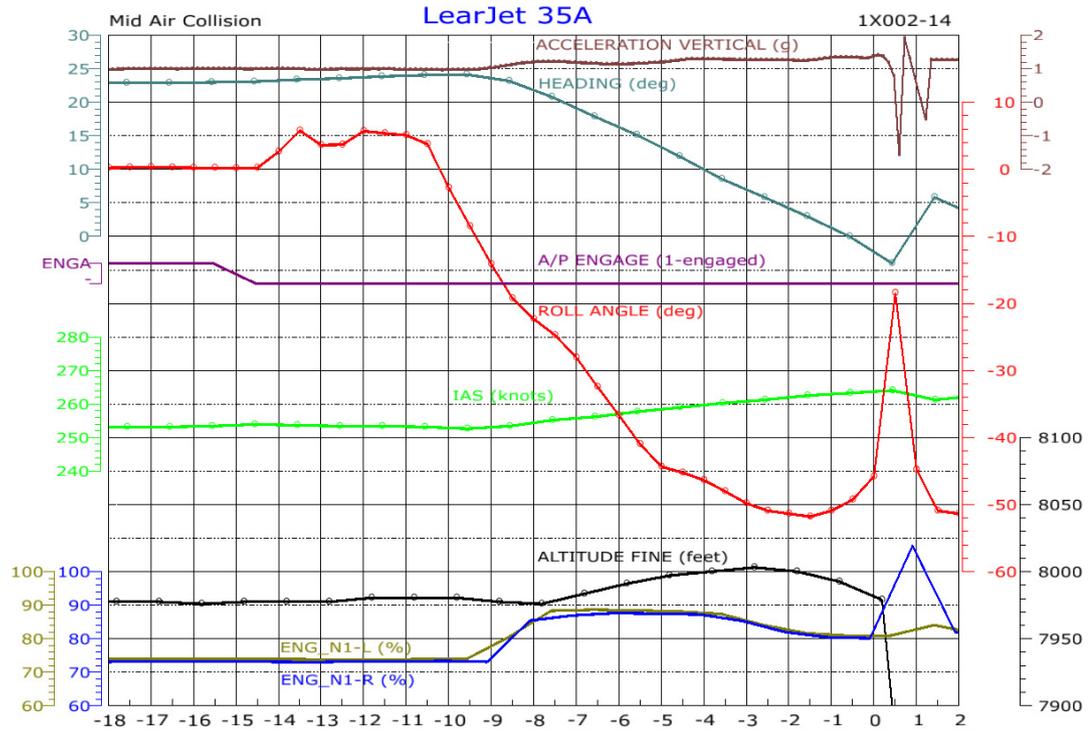
Mitwirkung: Lutz Jäkel, Christian Blanke, Dieter Ritschel, Philipp Lampert, Hans W. Hempelmann, Klaus Himmler, Uwe Berndt

Braunschweig, 13. August 2015

5. Anlagen

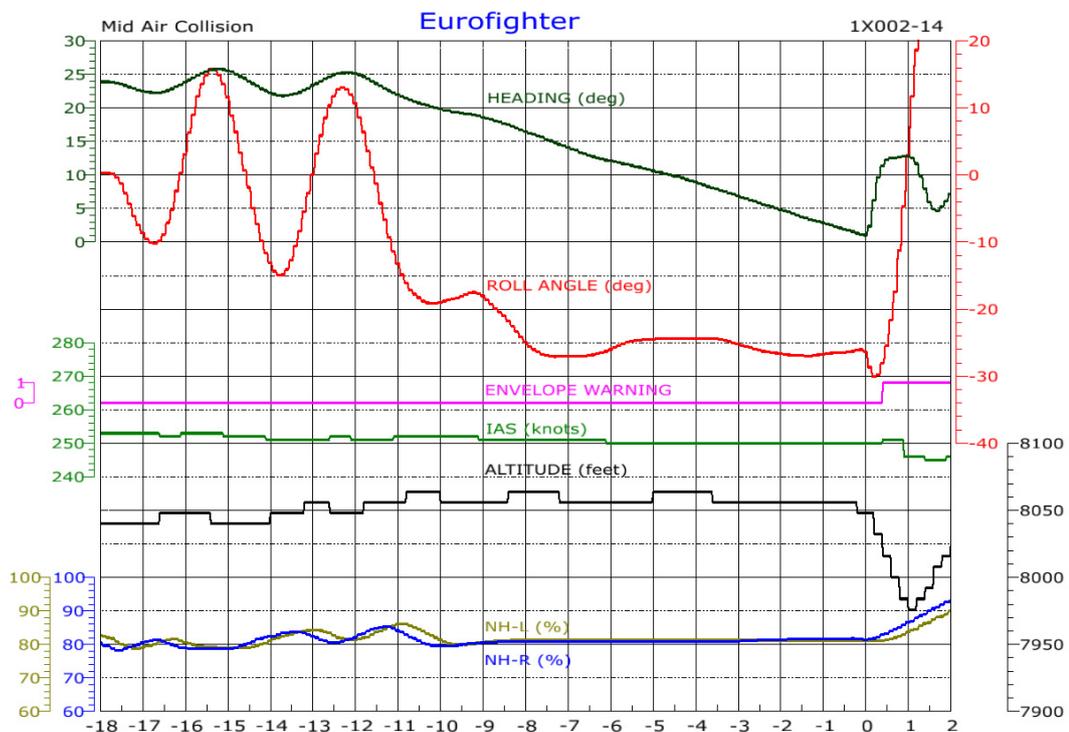
Anlage 1 Auszug Flugschreiberdaten Learjet 35 A und Eurofighter

Anlage 2 Flugwegrekonstruktion und Wrackverteilung



Preliminary Data, file: acc_LearJet35A Seconds related to first touch
 Created: July 30, 2014
 Revised: July 31, 2014

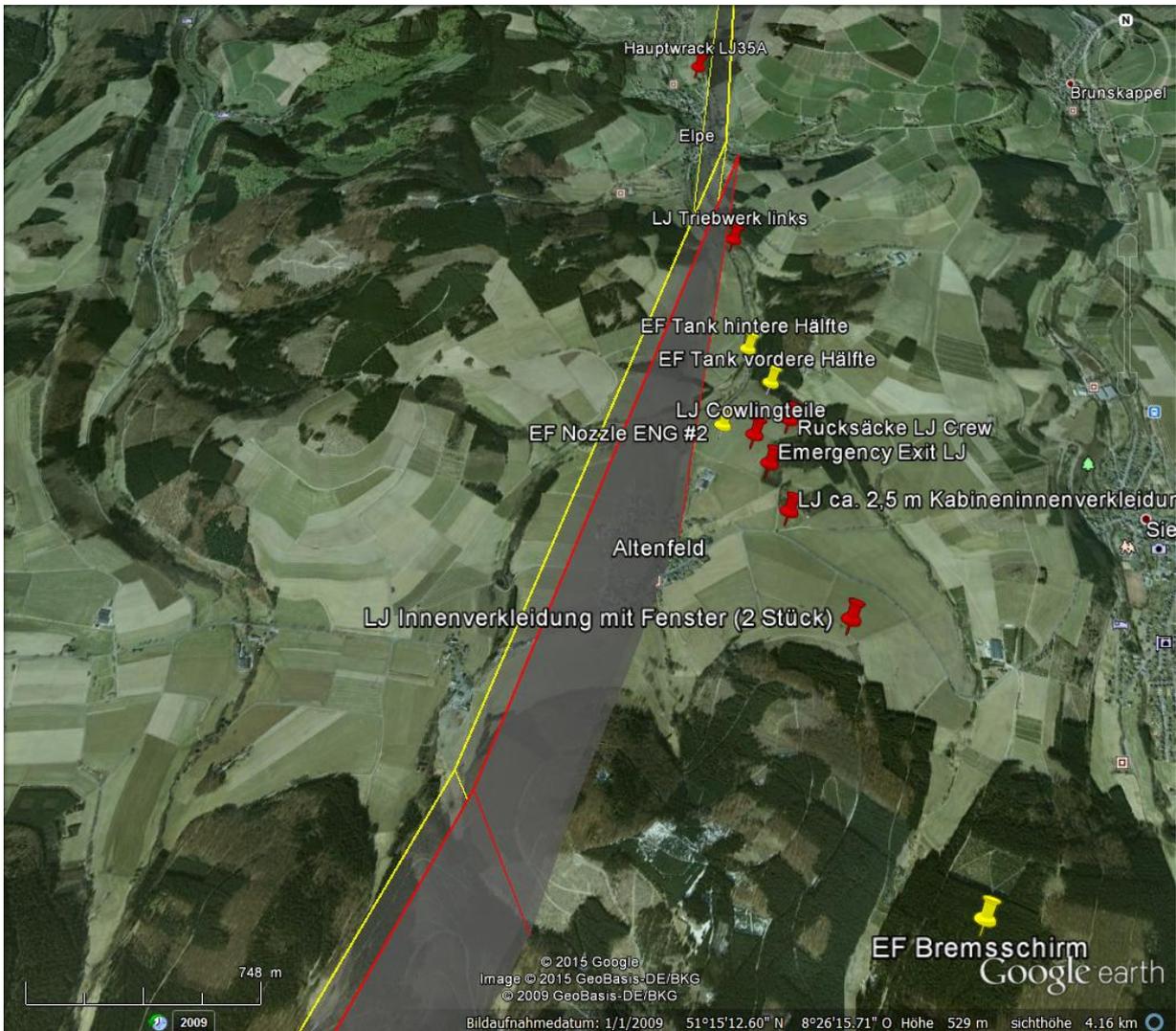
BFU Germany
 AbtFIsichhBw



Preliminary Data, file: acc_Eurofighter Seconds related to first touch
 Created: August 21, 2014
 Revised: August 21, 2014

BFU Germany
 AbtFIsichhBw

Flugwegrekonstruktion anhand von Radardaten und Verteilung der Wrackteile



Flugwegrekonstruktion und Wrackverteilung Learjet (rot) und Eurofighter (gelb)

Quelle: Google Earth/BFU