



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST
Service suisse d'enquête de sécurité SESE
Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza SISl
Swiss Transportation Safety Investigation Board STSB

Schlussbericht Nr. 2349 der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

über den Unfall zwischen den Flugzeugen
Boeing Stearman E75, HB-RBG,
und Pilatus PC-7, T7-FUN

vom 26. Mai 2016

Flugplatz Mollis (LSMF)

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Dieser Bericht enthält die Schlussfolgerungen der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle (SUST) über die Umstände und Ursachen des vorliegend untersuchten Unfalls.

Gemäss Artikel 3.1 der 10. Ausgabe des Anhangs 13, gültig ab 18. November 2010, zum Abkommen über die internationale Zivilluftfahrt vom 7. Dezember 1944 sowie Artikel 24 des Bundesgesetzes über die Luftfahrt (LFG; SR 748.0) vom 21. Dezember 1948, Stand am 1. Januar 2019, ist der alleinige Zweck der Untersuchung eines Flugunfalls oder eines schweren Vorfalls die Verhütung von Unfällen oder schweren Vorfällen. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen und schweren Vorfällen ist ausdrücklich nicht Gegenstand der Sicherheitsuntersuchung. Es ist daher auch nicht Zweck dieses Berichts, ein Verschulden festzustellen oder Haftungsfragen zu klären.

Wird dieser Bericht zu anderen Zwecken als zur Unfallverhütung verwendet, ist diesem Umstand gebührend Rechnung zu tragen.

Die deutsche Fassung dieses Berichts ist das Original und daher massgebend.

Alle Angaben beziehen sich, soweit nicht anders vermerkt, auf den Zeitpunkt des Unfalls.

Alle in diesem Bericht erwähnten Zeiten sind, soweit nicht anders vermerkt, in der für das Gebiet der Schweiz gültigen Normalzeit (*Local Time* – LT) angegeben, die zum Unfallzeitpunkt der mitteleuropäischen Sommerzeit (MESZ) entsprach. Die Beziehung zwischen LT, MESZ und koordinierter Weltzeit (*Coordinated Universal Time* – UTC) lautet:

LT = MESZ = UTC + 2 h.

Zusammenfassung

Luftfahrzeug 1	Boeing Stearman E75	HB-RBG
Halter	Stearman Club, CH-9423 Altenrhein	
Eigentümer	Stearman Club, CH-9423 Altenrhein	

Pilot	Schweizer Bürger, Jahrgang 1969		
Ausweis	Verkehrspilotenlizenz für Flugzeuge (<i>Airline Transport Pilot Licence Aeroplane</i> – ATPL(A)) nach der Europäischen Agentur für Flugsicherheit (<i>European Aviation Safety Agency</i> – EASA), ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL)		

Flugstunden	insgesamt	7313:08 h	während der letzten 90 Tage	110:02 h
	auf dem Unfallmuster	235:59 h	während der letzten 90 Tage	6:10 h

Luftfahrzeug 2	Pilatus PC-7	T7-FUN
Halter	Fun Flying Club AG, CH-9423 Altenrhein	
Eigentümer	Fun Flying Club AG, CH-9423 Altenrhein	

Pilot	Schweizer Bürger, Jahrgang 1951		
Ausweis	ATPL(A) nach der EASA, ausgestellt durch das BAZL		

Flugstunden	insgesamt	19 011:25 h	während der letzten 90 Tage	53:35 h
	auf dem Unfallmuster	668:00 h	während der letzten 90 Tage	27:52 h

Ort	Flugplatz Mollis (LSMF)		
Koordinaten	---	Höhe	ca. 820 m/M
Datum und Zeit	26. Mai 2016, 17:25 Uhr		

Betriebsart	Privat
Flugregeln	Sichtflugregeln (<i>Visual Flight Rules</i> – VFR)
Startort	Flugplatz Mollis (LSMF)
Zielort	Flugplatz Mollis (LSMF)
Flugphase	Reiseflug
Unfallart	Kollision in der Luft

Personenschaden

Verletzungen	Besatzungsmitglieder	Passagiere	Gesamtzahl der Insassen	Drittpersonen
Tödlich	0	0	0	0
Erheblich	0	0	0	0
Leicht	0	0	0	0
Keine	3	3	6	Nicht zutreffend
Gesamthaft	3	3	6	0

Schäden an Luftfahrzeugen Beide Flugzeuge wurden schwer beschädigt.

Drittschaden Keiner

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

1.1.1 Allgemeines

Die folgende Beschreibung von Vorgeschichte und Flugverlauf basiert auf den Aussagen der beteiligten Personen sowie von Augenzeugen und des Kursleiters des Flugvorführungs- und Verbandsflugkurses¹.

Es handelte sich um einen Übungsflug nach Sichtflugregeln als Vorbereitung auf eine Flugvorführung mit drei Flugzeugen, wovon zwei Flugzeuge miteinander kollidierten. Das dritte, von der Kollision nicht betroffene Flugzeug war ein Trainingsflugzeug Pilatus PC-7, eingetragen als T7-FMA, mit einem erfahrenen Piloten und einem Passagier an Bord.

1.1.2 Vorgeschichte

Vom 25. bis 27. Mai 2016 fand auf dem Flugplatz Mollis (LSMF) der jährliche Flugvorführungs- und Verbandsflugkurs statt, der vom Fliegermuseum Altenrhein seit 20 Jahren durchgeführt wird. Erstmals teilnehmende Piloten werden zur Durchführung von Flugvorführungen ausgebildet. Für bereits ausgebildete Piloten dient dieser Kurs zur Auffrischung. Bei erfolgreichem Abschluss des Kurses erteilt das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) den Piloten eine Bewilligung zur Unterschreitung der Mindestflughöhe im Kunstflug. Zudem findet für einzelne Piloten eine Ausbildung resp. Auffrischung im Verbandsflug statt.

Am Mittag des 26. Mai 2016 planten der Pilot des einmotorigen Doppeldeckers des Musters Boeing Stearman, eingetragen als HB-RBG, und der Pilot des propellerturbinengetriebenen Schulflugzeuges des Musters Pilatus PC-7, eingetragen als T7-FUN, auf dem Flugplatz Mollis einen Übungsflug für eine Flugvorführung. Bei diesem Übungsflug war vorgesehen, dass noch eine zusätzliche Pilatus PC-7 teilnehmen sollte. Im Briefing wurde der Ablauf des Verbandsfluges mit den drei Flugzeugen besprochen. Geplant war, die Stearman als führendes Flugzeug (*lead plane*) und die beiden Pilatus PC-7 als Flügelmänner (*wingmen*) einzusetzen². Für die beteiligten Piloten war es der erste Flug in dieser Zusammensetzung. Der Pilot des dritten Flugzeuges, der T7-FMA, nahm nicht an der Planung und dem Briefing teil. Dieser Übungsflug wurde während des Flugvorführungs- und Verbandsflugkurses in Mollis durchgeführt.

Der Pilot der HB-RBG bereitete sich nach dem Briefing auf den geplanten Übungsflug und seine Funktion als *leader* vor. Er hatte genügend Zeit dazu, da er am Nachmittag bis zum Unfallflug keinen weiteren Flug geplant hatte. Die Piloten der beiden PC-7 führten am Nachmittag vor dem Unfallflug einen Flug durch.

Unmittelbar vor dem geplanten Verbandsflug fand ein kurzes Briefing mit allen drei Piloten statt, bei dem der Pilot der T7-FMA über den Ablauf des Fluges informiert wurde. Der Pilot der T7-FMA war bei diesem Flug in der Funktion eines Flügelmannes (*wingman*) eingeplant.

Bei allen drei Flugzeugen befand sich jeweils ein Passagier an Bord, die alle eine Pilotenlizenz besaßen.

¹ Beim Verbandsflug, auch Formationsflug genannt, fliegen mehrere Luftfahrzeuge in einer geometrischen Anordnung, einer sogenannten Formation, zueinander.

² Der Verbandsführer (*leader*) führt die am Verbandsflug teilnehmenden Flugzeuge. Der *leader* ist häufig das vorderste Flugzeug in einer Formation, an dem sich die Flügelmänner (*wingmen*) ausrichten.

1.1.3 Flugverlauf

Um 17:16 Uhr startete der Pilot, der als steuernder Pilot wie gewohnt auf dem hinteren Sitz sass, mit der Stearman HB-RBG auf der Piste 01 in Mollis in Richtung Norden. Die zwei Minuten später in Formation gestarteten Pilatus PC-7 schlossen über dem Walensee zur Stearman auf. Da es der erste Flug in dieser Zusammensetzung war, mit der Stearman als *lead plane* und den zwei Pilatus PC-7 als *wingmen*, wurden zuerst die optimalen Flugparameter und die ideale Konfiguration der Flugzeuge erflogen. Im weiteren Verlauf flog die Stearman mit einer Geschwindigkeit von 120 Meilen pro Stunde (*Miles Per Hour – MPH*). Die beiden Pilatus PC-7 folgten in der Formation Pfeil³ mit den Landeklappen in der Position für den Start. Die T7-FUN flog als *wingman* links der Stearman und die T7-FMA als *wingman* rechts der Stearman.

In dieser Formation flogen sie zurück in den vom Flugvorführungskurs vorgegebenen und im *Daily Airspace Bulletin Switzerland* (DABS) publizierten Vorführraum in der Region des Flugplatzes Mollis. Sie führten als erstes einen Vorbeiflug leicht sinkend in einer Höhe von rund 3000 ft über dem Flugplatz in südlicher Richtung durch, gefolgt von einem Umkehrmanöver (*procedure turn*). Es folgte ein weiterer Vorbeiflug in nördlicher Richtung, dem sich ein Vollkreis anschloss. Bis zu diesem Zeitpunkt wurde alles wie geplant in der Formation Pfeil geflogen.

Nach dem Vollkreis war vorgesehen, dass sich die beiden Pilatus PC-7 von der Stearman trennen und zusammen in Formation beschleunigen würden. Der Pilot der Stearman sollte anschliessend, beginnend mit einem vertikalen Manöver, ein Soloprogramm fliegen. In der Folge war geplant, dass die Stearman wieder zusammen mit den beiden Pilatus PC-7 in einer gemeinsamen Formation weiterfliegen sollte.

Der Pilot der Stearman, der als *leader* den Verband führte, löste nach dem Vollkreis mit dem Befehl „Grande“ die Trennung des Verbandes aus. Die Piloten der beiden Pilatus PC-7 erhöhten wie abgesprochen langsam die Leistung und überholten in der Folge die Stearman. Sie flogen das Manöver wie ein verlangsamt ausgeführtes Durchstartverfahren, leicht steigend, weil sie für den nachfolgenden Programmteil an Höhe gewinnen wollten. In einer ersten Phase behielt der Pilot der T7-FUN die Stearman auf seiner rechten Seite in Sicht. Als diese aus seinem Blickfeld verschwunden war, schaute er auf die andere Pilatus PC-7, die in dieser Phase zu seinem *wingman* geworden war und parallel rechts von ihm in Formation flog. Der Pilot der T7-FMA behielt in einer ersten Phase die Stearman ebenfalls in Sicht; er schaute gleichzeitig zur T7-FUN, da diese für ihn zum Unterführer (*section leader*) wurde. In einer zweiten Phase fokussierte er sich dann nur noch auf die T7-FUN.

Der Pilot der Stearman konzentrierte sich nach dem Befehl „Grande“ kurz auf seine Flugrichtung und einen Fernrichtpunkt, und leitete unmittelbar anschliessend das vertikale Manöver ein. Beim Hochziehen nahm er plötzlich einen Schatten wahr. Unmittelbar anschliessend kollidierte der linke, obere Flügel der Stearman mit der rechten Flügelspitze der T7-FUN (vgl. Abbildung 1). Der Pilot der Stearman gab an, dass er vor dem Hochziehen die beiden Pilatus PC-7 nicht wahrgenommen habe. Die drei Flugzeuge befanden sich zu diesem Zeitpunkt auf einer Flughöhe von rund 1200 ft über dem Flugplatz Mollis. Der Zusammenstoss erfolgte für alle beteiligten Piloten überraschend.

³ In der Formation Pfeil fliegt ein *wingman* seitlich versetzt links hinter und ein *wingman* rechts hinter dem *leader*.

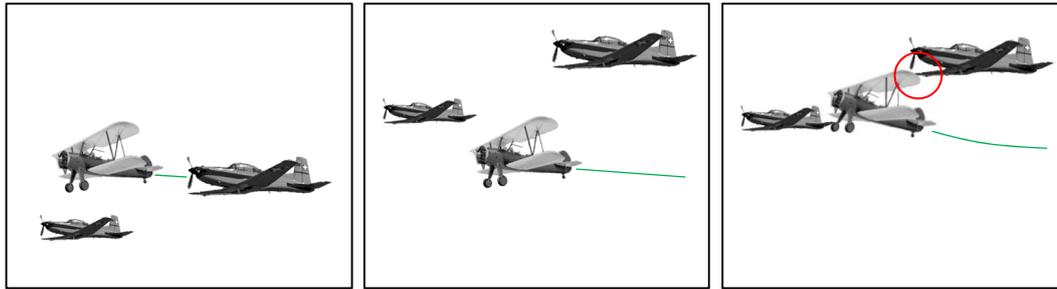


Abbildung 1: Schematisch dargestellte Sequenz der Kollision zwischen der HB-RBG und der T7-FUN.

Der Pilot der Stearman gab nach dem Flug an, dass er nach dem Befehl zur Trennung des Verbandes („Grande“) und der kurzen Phase des Geradeausfluges annahm, dass die beiden Pilatus PC-7 bereits von ihm weggefliegen seien. Es sei nicht geplant gewesen, dass die PC-7 die Stearman während der Auftrennung des Verbandes überfliegen würden. In der Vergangenheit sei er bereits in der Funktion als *leader* geflogen, aber nie in dieser Zusammensetzung.

Der Pilot der T7-FUN sagte nach dem Flug, dass für ihn als ehemaligen Militärpiloten klar gewesen sei, dass ein *leader* so lange mit einem vertikalen Manöver warten müsse, bis die beiden *wingmen* genügend Abstand hätten und kein Kollisionsrisiko mehr bestehe.

Nach der Kollision rollte die Stearman unvermittelt um die Längsachse nach links. Der Pilot konnte das Flugzeug mit Seiten- und Querruderausschlag nach rechts wieder unter Kontrolle bringen. Er sprach mit dem Passagier die Möglichkeit eines Absprungs mit dem Rettungsfallschirm an. Sie entschieden sich vorerst dagegen, da das Flugzeug noch steuerbar war. Im weiteren Verlauf stieg der Pilot auf rund 2500 ft über Flugplatzhöhe und überprüfte auf dieser Höhe die Steuerbarkeit der Stearman in unterschiedlichen Geschwindigkeitsbereichen, inklusive bei normaler Anfluggeschwindigkeit von 80 MPH. Da das Flugzeug bei allen Geschwindigkeiten gut kontrollierbar blieb, entschloss sich der Pilot zu einem Anflug in Mollis. Im langen Endanflug auf die Piste 01 war ein steter Seiten- und Querruderausschlag nach rechts notwendig, um das Flugzeug in der Pistenachse zu halten. Die Landung erfolgte ohne weitere Probleme um 17:36 Uhr.

Der Pilot der T7-FUN steuerte sein Flugzeug nach der Kollision nach links weg von der Stearman. Er verspürte einen leichten Widerstand beim Bewegen der Querruder mit dem Steuerknüppel, konnte aber das Flugzeug problemlos kontrollieren. Er begleitete anfänglich die Stearman, um dem Piloten möglicherweise notwendige Hilfestellungen geben zu können. Als er sah, dass der Pilot die Stearman unter Kontrolle hatte, entschied er sich wegen der Schäden am eigenen Flugzeug zu einer umgehenden Rückkehr nach Mollis, wo er ohne weitere Probleme um 17:28 Uhr landete.

Der Pilot der T7-FMA, die nicht an der Kollision beteiligt war, blieb während des restlichen Fluges in der Nähe der Stearman, um eine mögliche Vergrößerung des Schadens an deren linken Flügelspitze frühzeitig erkennen und deren Besatzung warnen zu können. Nach der Landung der Stearman landete die T7-FMA ebenfalls wieder in Mollis.

Die Besatzungen der beiden beschädigten Flugzeuge blieben unverletzt. Bei der Stearman wurde bei der Kollision der linke, obere Aussenflügel nach unten abgeknickt und schwer beschädigt (vgl. Abbildung 2). Die T7-FUN wurde am rechten Aussenflügel und Querruder beschädigt (vgl. Abbildung 3).



Abbildung 2: Beschädigung der Boeing Stearman E75, eingetragenen als HB-RBG, im Bereich des linken, oberen Flügels

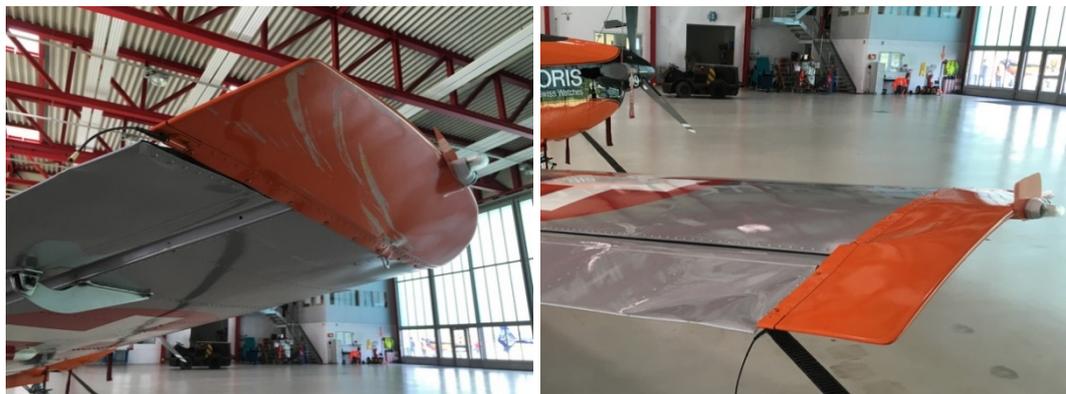


Abbildung 3: Beschädigung der Pilatus PC-7, eingetragenen als T7-FUN, im Bereich des rechten Randbogens und des Querruders

1.2 Angaben zu den Luftfahrzeugen

1.2.1 Boeing Stearman E75

Die Boeing Stearman E75 ist ein in Tandemanordnung ausgeführter, zweisitziger und in Mischkonstruktion gefertigter Doppeldecker mit Festfahrwerk in Heckradanordnung, der von einem Pratt & Whitney R-985 Sternmotor mit 450 PS Leistung angetrieben wird. Die Holzflügel sind mit Stoff bespannt und der Rumpf besteht aus einem Stahlrohrgerüst, das weitgehend mit Stoff bespannt ist. Die maximale Startmasse der HB-RBG, die 1940 gebaut wurde, beträgt 1452 kg.

Die relevanten Geschwindigkeiten der Boeing Stearman E75 sind wie folgt:

- Reisegeschwindigkeit: 120 MPH;
- Maximale Geschwindigkeit: 186 MPH;
- Endanfluggeschwindigkeit: 80 MPH;
- Eingangsgeschwindigkeit für einen Looping: 130 bis 140 MPH.

1.2.2 Pilatus PC-7

Die Pilatus PC-7 ist ein in Tandemanordnung ausgeführter, zweisitziger und in Leichtmetallbauweise gefertigter Tiefdecker mit Einziehfahrwerk in Bugradanordnung, der durch eine Propellerturbine mit 550 PS Leistung angetrieben wird. Die maximale Startmasse der T7-FUN beträgt 1900 kg.

Die relevanten Geschwindigkeiten der Pilatus PC-7 sind wie folgt:

- Reisegeschwindigkeit: 200 MPH;
- Maximale Geschwindigkeit: 310 MPH;
- Maximale Geschwindigkeit mit ausgefahrenen Landeklappen: 155 MPH;
- Anfluggeschwindigkeit: 90 bis 98 MPH.

1.3 Meteorologische Angaben

1.3.1 Allgemeine Wetterlage

Ein flaches Tief über Frankreich führte aus Südwesten Warmluft in die Alpen.

1.3.2 Wetter zum Zeitpunkt und am Ort des Unfalls

Das Wetter war trocken und windschwach. Quellwolken und Felder von *Alto cumuli* bedeckten den Himmel zu rund der Hälfte. Die Berggipfel befanden sich unterhalb der Wolkenbasis. Die Sicht betrug rund 40 km.

Wetter/Wolken	1/8 - 2/8 um 10 700 ft AMSL ⁴ 3/8 - 4/8 um 18 400 ft AMSL
Sicht	40 km
Wind	010 mit 2 kt
Temperatur/Taupunkt Näfels	23 °C / 11 °C
Luftdruck (QNH)	1014 hPa (Druck reduziert auf Meereshöhe, berechnet mit den Werten der ICAO ⁵ -Standardatmosphäre)
Gefahren	keine

1.3.3 Astronomische Angaben

Sonnenstand	Azimut: 264°	Höhe: 35°
Beleuchtungsverhältnisse	Tag	

1.4 Verbandsflug

1.4.1 Allgemeines

Beim Verbandsflug fliegen zwei oder mehr Flugzeuge koordiniert zusammen in einer Gruppe. Die Piloten sprechen sich untereinander bezüglich der Navigation und der geometrischen Anordnung der Flugzeuge, was als Formation bezeichnet wird, ab. Der Verband tritt nach aussen formell als eine Einheit auf.

Im Vergleich zu einem Flug mit einem einzelnen Flugzeug bergen Verbandsflüge zusätzliche Gefahren. Insbesondere das Kollisionsrisiko ist aufgrund der geringen Abstände zwischen den einzelnen Flugzeugen erhöht.

⁴ AMSL: *Above Mean Sea Level*, Höhe über dem mittleren Meeresspiegel

⁵ ICAO: *International Civil Aviation Organization*

Die Thematik des Verbandsfluges wird u.a. in den nachfolgenden Dokumenten vertieft behandelt, auf die z.T. während des Flugvorführungs- und Verbandsflugkurses verwiesen wird:

- ["Safety at Flying Displays and Events: A Guide for Pilots"](#), European General Aviation Safety Team (EGAST), ;
- ["CAP 403, Flying Displays and Special Events: A Guide to Safety and Administrative Arrangements"](#), CAA UK⁶, Safety Regulation Group, www.caa.co.uk;
- ["CAP 1047: Civil Air Displays, a guide for pilots"](#), CAA UK, Safety Regulation Group, www.caa.co.uk;
- ["The Formation Pilot's Knowledge Guide"](#), Formation and Safety Team (FAST), <http://flyfast.org>.

1.4.2 Aufgabenverteilung

Der Verbandsführer (*leader*) ist verantwortlich für eine sichere Durchführung des Formationsfluges. Er fliegt vorausschauend und antizipiert Flugmanöver und Formationswechsel, um eine Kollision mit anderen Flugzeugen und mit Hindernissen oder dem Gelände zu verhindern.

Der Flügelmann (*wingman*) ist grundsätzlich für die Einhaltung der Position bezüglich des *leader* oder bei grösseren Verbänden, bezüglich seines Referenzflugzeuges verantwortlich. Er sorgt für eine ausreichende Separation zwischen seinem Flugweg und dem Flugweg des *leader* resp. Referenzflugzeuges. Er behält sein Referenzflugzeug immer in Sicht und orientiert sich an diesem.

Wird der Verband in einzelne Teilformationen aufgeteilt, so wird jeder Teilformation ein Unterführer (*section leader*) zugeordnet, der für die ausreichende Separation der Flugwege bezüglich des *leader* verantwortlich ist.

Sobald Flugmanöver geflogen werden, die es dem *wingman* nicht mehr ermöglichen, den *leader* in Sicht zu behalten oder eine Kollisionsverhinderung sicherzustellen, wird der *leader* für die Separation der Flugwege verantwortlich. Sieht auch der *leader* den *wingman* oder den *section leader* nicht mehr und kann keine Separation der Flugwege garantieren, müssen sofort Massnahmen ergriffen werden, um eine ausreichende Separation herzustellen. Dies kann beispielsweise mittels Melden der aktuellen Höhe erfolgen, worauf das andere Flugzeug oder die andere Teilformation auf eine 1000 ft höhere Höhe steigt, oder anhand geographischer Anhaltspunkte.

1.4.3 Kommunikation

Eine definierte, unmissverständliche und klare Kommunikation ist im Verbandsflug unabdingbar. Unklare oder ungeplante Situationen müssen sofort am Funk mitgeteilt und geklärt werden, um Kollisionen zu vermeiden. Insbesondere muss ein ungeplanter und unvorhergesehener Sichtverlust des *wingman* oder des *section leader* zum *leader* am Funk sofort gemeldet werden und es müssen entsprechende Massnahmen ergriffen werden. Es ist wichtig, dass jeder Pilot für solche Situationen vorgesehene Massnahmen jederzeit mental bereithält. Der *leader* muss sicherstellen, dass sich die Piloten aller Flugzeuge des Verbandes auf einer gemeinsamen Funkfrequenz befinden.

⁶ CAA UK: Civil Aviation Authority United Kingdom, zivile Luftfahrtbehörde Grossbritanniens

1.4.4 Ausbildung

Im Rahmen der jährlichen Kurse der Oris *Flight Academy* des Fliegermuseums Altenrhein wurden neue Piloten zu Vorführ- und Verbandsflugpiloten ausgebildet und bereits ausgebildete Piloten erhielten eine Auffrischung zu diesen Themen. Die Ausbildung und die Auffrischung fanden nach einem definierten Syllabus statt und waren unter Aufsicht des BAZL. Nach erfolgreichem Absolvieren des Kurses erteilte das BAZL den Piloten eine Bewilligung zur Unterschreitung der Mindestflughöhe im Kunstflug und den im Verbandsflug ausgebildeten Piloten zudem die Bewilligung zur Unterschreitung der Mindestflughöhe im Verbandsflug.

Im *Formation Flight Training Manual* (FFTM) der Oris *Flight Academy* werden für die Sicherheit und Kollisionsverhinderung relevante Inhalte vermittelt. Im allgemeinen Teil wird folgendes erwähnt:

„Der Formationsflug verlangt von jedem Piloten diszipliniertes Verhalten, gute Airmanship und Übersicht in jeder Situation. Jede unklare oder gefährliche Situation verlangt einen sofortigen Abbruch mit der Funkmeldung "Knock It Off - Knock It Off" oder "Finito - Finito" (doppelt um die Dringlichkeit zu unterstreichen)“.

Bezüglich der Funkmeldung „*Knock It Off - Knock It Off*“ (KIO) steht im FFTM weiter beschrieben:

„Die Funkmeldung "Knock It Off - Knock It Off" oder "Finito - Finito" ist dort anzuwenden, wo die Safety tangiert ist. Für die Piloten bedeutet dies, dass ein laufendes Manöver sofort abgebrochen wird bis die Situation geklärt ist. Diese Meldung kann jederzeit von jedem Piloten gemacht werden.

Mögliche Gründe sind:

- *Sichtverlust von beiden Flugzeugen*
- *Kollisionsrisiko*
- *Über- oder Unterschreiten von Limiten (e.g. Minimalhöhe, G-Limite, Verlassen des Trainingsraums)*
- *Traffic conflicts“*

Zum Thema Sichtverlust wird im FFTM folgendes festgehalten:

„Nicht jeder Sichtverlust verlangt zwingend ein Break-out, so zum Beispiel beim Manövrieren in relativ grosser Distanz, wo kein unmittelbares Kollisionsrisiko besteht. Ein Sichtverlust muss aber unverzüglich am Funk gemeldet werden ("Blind" / "Nobis vista"). Ein Sichtverlust von beiden Piloten erfordert ein KIO.“

Wird ein Wechsel des *leaders* durchgeführt, muss gemäss FFTM folgendes beachtet werden:

„Klares Kommando am Funk (I / you have the lead, Cambiare capo). Wingman bleibt stabil bis der Führerwechsel vollzogen ist.“

1.4.5 Erfahrung der Piloten

Die Piloten der beiden Pilatus PC-7 absolvierten ihre Verbandsflug-Ausbildung in der Schweizer Luftwaffe und wiesen aufgrund der militärischen, fliegerischen Grundausbildung und dem jahrelangen Einsatz als Militärpilot eine grosse Erfahrung im Bereich des Kunst- und Verbandsfluges auf. Beide Piloten hatten langjährige Erfahrung als Piloten bei Flugvorführungen (*display pilot*). Sie wurden im Rahmen der jährlichen Kurse der Oris Flight Academy als Trainingcoaches eingesetzt.

Der Pilot der Stearman begann die Ausbildung im Verbandsflug im Jahre 2005 im Rahmen dieser Kurse und schloss diese im Jahre 2010 mit einem Checkflug ab. Das BAZL erteilte ihm daraufhin die Sonderbewilligung A zur Durchführung von

Kunstflügen und Formationsflügen mit Unterschreitung der Mindestflughöhe über Grund, welche auf das Flugzeug PT-17 (Boeing Stearman) beschränkt war.

Der Pilot der HB-RBG verfügte über umfangreiche Flugerfahrung auf der Stearman und war bereits an vielen Flugvorführungen mitgeflogen. Er hatte aber wenig Erfahrung als Verbandsführer (*leader*) und hatte noch nie das geplante Programm in dieser Zusammensetzung geflogen. Durch seine zivile, fliegerische Ausbildung konnte er nicht auf die Erfahrung im Verbandsflug zurückgreifen, welche die Piloten in der militärischen, fliegerischen Ausbildung erlangen.

1.4.6 Kollisionswarnsystem Flarm und Transponder

Mit einer korrekten Nutzung des Kollisionswarnsystems Flarm oder des Transponders kann das Kollisionsrisiko mit anderen, nicht im Verband fliegenden Flugzeugen minimiert werden.

Gemäss Aussagen des Kursleiters werden abhängig von der Ausrüstung der Flugzeuge des Flugvorführungs- und Verbandsflugkurses alle Flarm-Geräte ausgeschaltet, ausser dasjenige des *leader*. Falls der *leader* über kein Flarm verfüge, solle das Flarm eines *wingmen* eingeschaltet bleiben. Das Flugzeug mit eingeschaltetem Flarm solle, falls vorhanden, auch den Transponder einschalten, um die Sichtbarkeit für die Flugverkehrsleitung und andere Kollisionswarngeräte sicherzustellen. Sei kein Flugzeug mit Flarm ausgerüstet, fliege in der Regel der *leader* mit eingeschaltetem Transponder. Verfüge das Flugzeug des *leader* über keinen Transponder, so schalte ein anderes Flugzeug im Verband den Transponder ein.

Die Stearman HB-RBG war mit einem Flarm ausgerüstet, das beim Unfallflug ausgeschaltet war.

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

Es liegen keine Anhaltspunkte für vorbestehende technische Mängel vor, die den Unfall hätten verursachen oder beeinflussen können.

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

2.2.1 Flugverlauf

Der Flug verlief bis zum Auftrennen des Verbandes wie geplant und abgesprochen. Nachdem der Pilot der Stearman als *leader* den Befehl „Grande“ gegeben hatte, beschleunigten die beiden Pilatus PC-7, die sich in der Formation Pfeil links und rechts hinter der Stearman befanden, und überholten die Stearman im leichten Steigflug.

Durch die Bauweise der Pilatus PC-7 als Tiefdecker konnten die Piloten der T7-FUN und der T7-FMA bei diesem Manöver die Stearman nicht in ihrem Sichtfeld behalten, da beim Beschleunigen im Steigflug der Blick auf die tiefer fliegende Stearman von der jeweiligen Tragfläche der Pilatus PC-7 verdeckt wurde. Während dieser Phase hatte der Pilot der HB-RBG ebenfalls aufgrund der Sitzposition im Cockpit und der Flügelanordnung der Stearman eine eingeschränkte Sicht nach vorne oben. Die Sicht direkt nach oben resp. nach hinten oben war hingegen nicht eingeschränkt.

Ein Sichtverlust wurde von keinem Piloten gemeldet, wie dies gemäss *Formation Flight Training Manual* (FFTM) mittels Funkspruch mit dem Wort „*Blind*“ oder „*Nobis vista*“ vorgesehen ist. Daraus kann gefolgert werden, dass der Sichtverlust nicht überraschenderweise auftrat. Für Piloten von professionellen Vorführteams sowie für Militärpiloten ist es nicht unüblich, dass bei gewissen Formationswechseln für eine kurze Zeitspanne ein Sichtverlust resultiert. In diesem Fall wird in der Regel kein „*Blind*“ oder „*Nobis vista*“ Funkspruch übermittelt. Dies bedingt allerdings in der Auftrennungsphase eine klar definierte Absprache der Flugwege der einzelnen Flugzeuge. Diese Phase dauert solange an, bis die räumliche Trennung der Flugzeuge durch einen Funkspruch resp. mit erneutem Sichtkontakt verifiziert wird. Der Umstand, dass die beteiligten Piloten keinen Sichtverlust meldeten, deutet darauf hin, dass für sie der Sichtverlust während der Auftrennung nicht als ungewöhnlich beurteilt wurde.

Der Pilot der Stearman konzentrierte sich nach dem Befehl zur Auftrennung des Verbandes kurz auf seine Fluglage und einen Fernrichtpunkt. Er nahm danach an, dass die beiden Pilatus PC-7 bereits aus dem Bereich über ihm weggefliegen waren, und leitete mit dem Hochziehen der Stearman ein vertikales Flugmanöver ein.

Die beiden PC-7 hatten zu diesem Zeitpunkt die Stearman aber noch nicht vollständig überholt, sondern befanden sich oberhalb und auf einer Linie mit ihr. In der Folge kollidierten die HB-RBG und die auf ihrer linken Seite fliegende T7-FUN mit den Flügelspitzen. Daraus lässt sich folgern, dass der Pilot der Stearman das vertikale Manöver eingeleitet hatte, bevor sichergestellt war, dass seine beiden *wingmen* über ihm keine Kollisionsgefahr mehr darstellten. Das Einleiten eines Manövers ohne vorherige visuelle Kontrolle des Luftraumes ist grundsätzlich risikoreich. Dieser Sachverhalt wurde als ursächlich für die Entstehung des Unfalls erkannt.

2.2.2 Planung

Die Planung und Flugvorbereitung der Piloten der T7-FUN und der HB-RBG für den vorgesehenen Verbandsflug war gemäss deren Aussagen gründlich und um-

fassend. Der Umstand, dass der Pilot der Stearman ohne Sichtkontakt zu den beiden PC-7 das vertikale Flugmanöver einleitete, lässt aber darauf schliessen, dass der Ablauf der Auftrennungsphase nicht genügend detailliert besprochen worden war.

Der dritte Pilot, der die T7-FMA steuerte, wurde erst kurz vor dem Flug über den Flugablauf informiert. Dieses Briefing war gemäss Aussagen der Piloten kurz. Daraus kann gefolgert werden, dass dabei nicht alle Details besprochen worden waren. Da der geplante Verbandsflug in dieser Zusammensetzung noch nie stattgefunden hatte und der Pilot der Stearman zum ersten Mal die Funktion als *leader* in einem Verband mit zwei Pilatus PC-7 einnahm, war es wenig sicherheitsbewusst, dass nicht alle drei Piloten am umfassenden Briefing teilnahmen. Dies insbesondere, da der Pilot der T7-FMA auch eine grosse Erfahrung im Verbandsflug hatte und diese in der Flugplanung und -vorbereitung hätte einfließen lassen können.

Aufgrund der Aussagen der Piloten kann geschlossen werden, dass trotz des umfassenden Briefings das mentale Bild vom Ablauf des Auftrennens des Verbandes nicht bei allen Piloten gleich war. Die beiden erfahrenen Piloten in den Pilatus PC-7 mit einer militärischen, fliegerischen Grundausbildung gingen davon aus, dass dem *leader* klar war, dass er in dieser Phase für die Kollisionsvermeidung zuständig war. Der Pilot der Stearman, der noch nicht oft in der Rolle des *leader* geflogen war und der als ziviler Pilot keine militärische Grundausbildung im Verbandsflug genossen hatte, ging offensichtlich von einer anderen Aufteilung dieser Zuständigkeit aus. Der grosse Erfahrungsunterschied und die Tatsache, dass die Piloten unterschiedliche Grundausbildungen im Verbandsflug durchlaufen hatten, führten in der Folge zu einem Missverständnis, das im Rahmen der Untersuchung als beitragender Faktor für die Entstehung des Unfalls ermittelt wurde.

Beim geplanten Manöver zum Auftrennen des Verbandes führte der Flugweg der Stearman durch die Flugebene der leicht steigenden und beschleunigenden Pilatus PC-7. Diese Flugwege bargen in sich bereits ein hohes Kollisionsrisiko. Zusätzlich verunmöglichten die geplanten Flugwege aufgrund der Flügelanordnung der beteiligten Flugzeuge den kontinuierlichen, gegenseitigen Sichtkontakt in dieser heiklen Phase des Auftrennens. Diese Risiken bedingen eine klare Kollisionsvermeidungsstrategie (*deconfliction*), indem zum Beispiel das Manöver so geplant wird, dass immer mindestens einseitiger Sichtkontakt ermöglicht bleibt. Die Tatsache, dass sich beim geflogenen Manöver alle beteiligten Piloten während einer gewissen Zeit nicht sehen konnten, wurde deshalb als kausaler Faktor zur Entstehung des Unfalls ermittelt.

2.2.3 Ausbildung im Rahmen des Flugvorführungs- und Verbandsflugkurses

Gemäss dem *Formation Flight Training Manual* werden in den Flugvorführungs- und Verbandsflugkursen wichtige Grundsätze zur Vermeidung von risikoreichen oder gefährlichen Situationen vermittelt und am Doppelsteuer während der Ausbildungsflügen geübt. Die Definition der Aufgaben eines *leader*, resp. eines *wingman* werden in den Ausbildungsdokumenten jedoch nicht vertieft behandelt. Anhand der Aussagen der Piloten lässt sich erkennen, dass insbesondere wegen der unterschiedlichen militärischen resp. zivilen fliegerischen Ausbildungswege dieser Thematik zu wenig Beachtung geschenkt wurde. Es ist deshalb naheliegend, dass der Pilot der Stearman während der Ausbildung nicht genügend auf diese Aufgabenverteilung hingewiesen wurde, was als beitragender Faktor in der Entstehung des Unfalls gewertet wurde.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Es liegen keine Hinweise für technische Einschränkungen an den Luftfahrzeugen vor, die den Unfall hätten verursachen oder beeinflussen können.

3.1.2 Besatzung

- Die Piloten besaßen die für den Flug notwendigen Ausweise und Bewilligungen für die Flugvorführung.
- Die zwei Piloten der Pilatus PC-7 waren ehemalige Militärpiloten und erfahrene Vorführpiloten (*display pilot*). Sie verfügten über eine grosse Erfahrung im Verbandsflug.
- Der Pilot der Stearman hatte die Ausbildung im Verbandsflug absolviert und nahm bereits an einigen Flugvorführungen teil. Er hatte wenig Erfahrung als Führer eines Verbandes (*leader*).
- Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Beeinträchtigungen der Piloten während des Unfallfluges vor.

3.1.3 Flugverlauf

- Zwei PC-7, eingetragen als T7-FUN und T7-FMA, und eine Stearman, eingetragen als HB-RBG, führten am 26. Mai 2016 über dem Flugplatz Mollis einen Übungsflug für eine Flugvorführung durch.
- Es war der erste Formationsflug in dieser Zusammensetzung.
- Die T7-FUN flog als Flügelmann (*wingman*) links von der Stearman und die T7-FMA als *wingman* rechts von der Stearman.
- Der Pilot der Stearman, der als *leader* den Verband führte, löste mit dem Befehl „Grande“ die Aufteilung des Verbandes aus.
- Die Piloten der beiden Pilatus PC-7 erhöhten langsam die Leistung und überholten in der Folge leicht steigend die Stearman.
- Der Pilot der T7-FUN schaute zur Stearman rechts, bis diese nicht mehr sichtbar war.
- Der Pilot der T7-FMA behielt in der ersten Phase die Stearman ebenfalls in Sicht und schaute gleichzeitig zur T7-FUN, da sie für ihn zum Führerflugzeug wurde. In einer zweiten Phase fokussierte sich der Pilot der T7-FMA nur noch auf die T7-FUN.
- Der Pilot der Stearman konzentrierte sich kurz auf seine Flugrichtung und einen Fernrichtpunkt. Anschliessend leitete er ein vertikales Flugmanöver ein.
- Dabei kollidierte der linke, obere Flügel des Doppeldeckers mit der rechten Flügelspitze der T7-FUN.

3.1.4 Rahmenbedingungen

- Das Wetter war trocken und windschwach. Die Sicht betrug ungefähr 40 km.
- Der Flug fand während des jährlichen Flugvorführungs- und Verbandsflugkurses der Oris *Flight Academy* statt.

3.2 Ursachen

Der Unfall, bei dem zwei Flugzeuge im Verbandsflug miteinander kollidierten, ist darauf zurückzuführen, dass der Verbandsführer (*leader*) ein vertikales Flugmanöver einleitete, bevor sichergestellt war, dass die beiden Flügel Männer (*wingmen*) keine Kollisionsgefahr mehr darstellten.

Als weiterer kausaler Faktor wurde die Planung und Durchführung eines Flugmanövers im Verbandsflug ermittelt, bei dem sich die Flugwege von Flugzeugen kreuzten bei gleichzeitigem Sichtverlust zwischen den beteiligten Piloten.

Zum Unfall haben folgende Faktoren beigetragen:

- Missverständnis zwischen den beteiligten Piloten;
- Unzureichende Ausbildung des *leader* bezüglich seiner Funktion im Verbandsflug.

4 Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem Unfall getroffene Massnahmen

4.1 Sicherheitsempfehlungen

Nach Vorgabe des Anhangs 13 der internationalen Zivilluftfahrtorganisation (*International Civil Aviation Organization – ICAO*) sowie Artikel 17 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 Zivilluftfahrt und zur Aufhebung der Richtlinie 94/56/EG richten sich alle Sicherheitsempfehlungen, die in diesem Bericht aufgeführt sind, an die Aufsichtsbehörde des zuständigen Staates, der darüber zu entscheiden hat, inwiefern diese Empfehlungen umzusetzen sind. Gleichwohl sind jede Stelle, jeder Betrieb und jede Einzelperson eingeladen, im Sinne der ausgesprochenen Sicherheitsempfehlungen eine Verbesserung der Flugsicherheit anzustreben.

Die schweizerische Gesetzgebung sieht in der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen (VSZV; SR 742161) bezüglich Sicherheitsempfehlungen folgende Regelung vor:

„Art. 48 Sicherheitsempfehlungen

¹ Die SUST richtet die Sicherheitsempfehlungen an das zuständige Bundesamt und setzt das zuständige Departement über die Empfehlungen in Kenntnis. Bei dringlichen Sicherheitsproblemen informiert sie umgehend das zuständige Departement. Sie kann zu den Umsetzungsberichten des Bundesamts zuhanden des zuständigen Departements Stellung nehmen.

² Die Bundesämter unterrichten die SUST und das zuständige Departement periodisch über die Umsetzung der Empfehlungen oder über die Gründe, weshalb sie auf Massnahmen verzichten.

³ Das zuständige Departement kann Aufträge zur Umsetzung von Empfehlungen an das zuständige Bundesamt richten.“

Die SUST veröffentlicht die Antworten des zuständigen Bundesamtes oder von ausländischen Aufsichtsbehörden unter www.sust.admin.ch und erlaubt so einen Überblick über den aktuellen Stand der Umsetzung der entsprechenden Sicherheitsempfehlung.

4.1.1 Ausbildung im Verbandsflug

4.1.1.1 Sicherheitsdefizit

Bei einem Übungsflug für eine Flugvorführung kollidierten zwei Flugzeuge nach der Trennung des Verbandes, da ein Missverständnis betreffend die Aufgabenverteilung zur Kollisionsvermeidung bestand. Die Untersuchung erkannte als beitragenden Faktor, dass die Ausbildung bezüglich dieser Aufgabenverteilung unzureichend war.

4.1.1.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 545

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte durch geeignete Massnahmen sicherstellen, dass Piloten, die eine Ausnahmegewilligung zur Unterschreitung der Mindestflughöhe mit einer Berechtigung zur Flugvorführung im Verband erhalten, ausreichend für die jeweilige Position im Verband ausgebildet werden und insbesondere die Aufgaben der entsprechenden Position kennen.

4.2 Sicherheitshinweise

Als Reaktion auf während der Untersuchung festgestellte Sicherheitsdefizite kann die SUST Sicherheitshinweise veröffentlichen. Sicherheitshinweise werden formuliert, wenn eine Sicherheitsempfehlung nach der Verordnung (EU) Nr. 996/2010 nicht angezeigt erscheint, formell nicht möglich ist oder wenn durch die freiere Form eines Sicherheitshinweises eine grössere Wirkung absehbar ist. Sicherheitshinweise der SUST haben ihre Rechtsgrundlage in Artikel 56 der VSZV:

„Art. 56 Informationen zur Unfallverhütung

Die SUST kann allgemeine sachdienliche Informationen zur Unfallverhütung veröffentlichen.“

4.2.1 Planung von Verbandsflügen

4.2.1.1 Sicherheitsdefizit

Der vorliegende Unfall hat gezeigt, dass eine zu wenig detaillierte Planung eines Verbandsfluges, im Speziellen hinsichtlich der Flugwege und der Sichtverhältnisse aller beteiligter Flugzeuge sowie der Verfahren bei einem unerwarteten Sichtverlust, zu Missverständnissen mit hohem Risiko führen können.

4.2.1.2 Sicherheitshinweis Nr. 23

Thema: Planung von Verbandsflügen

Zielgruppe: Piloten von Luftfahrzeugen, die Verbandsflüge durchführen

Den Besatzungen wird in Erinnerung gerufen, dass eine detaillierte Planung und ein umfassendes Briefing mit allen beteiligten Piloten für eine sichere Durchführung von Verbandsflügen entscheidend sind. Die Komplexität der Flugmanöver und der geplanten Flugwege soll in Abhängigkeit der Erfahrung der beteiligten Piloten und der eingesetzten Flugzeuge mit deren spezifischen Leistungscharakteristiken und Sichtverhältnissen geplant werden. Die Zuständigkeiten und die Verfahren bei unklaren Situationen während des Fluges müssen allen Piloten bewusst sein.

4.3 Seit dem Unfall getroffene Massnahmen

Die der SUST bekannten Massnahmen werden im Folgenden kommentarlos aufgeführt.

Das BAZL stellte der SUST am 28. September 2018 die folgenden Bemerkungen zu:

„Das Training Manual der ORIS Flight Academy wurde überarbeitet. Das Formation Flight Training Manual bildet zusammen mit dem Formation Flight Syllabus and Training Log die Grundlage für die Ausbildung der Piloten im Verbandsflug.

Seit 2017 werden Verbandsvorführungen nur noch mit jährlich fest definierten Teams in fixen Positionen trainiert und durchgeführt. Der Flugzeugtyp Stearman wird aufgrund seiner eingeschränkten Sichtverhältnisse nicht mehr für den Verbandsflug eingesetzt.

Die Umsetzung dieser Massnahmen wurde während der Trainingstage seit dem Vorfall durch das BAZL in den Jahren 2017 und 2018 kontrolliert“

Dieser Schlussbericht wurde von der Kommission der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST genehmigt (Art. 10 lit. h der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen vom 17. Dezember 2014).

Bern, 28. Mai 2019

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle