



Schlussbericht der Eidgenössischen Flugunfall-Untersuchungskommission

Über den Unfall

des Flugzeuges Cessna F-152, HB-CFU

vom 30. August 1991

Splügenpass/GR

Résumé HB-CFU

Sur les conseils de son instructeur, un élève-pilote met fin à son activité aéronautique. Tous deux décident d'effectuer ensemble un ultime vol autour du pays. Venant de Zurich, l'avion Cessna F-152 (HB-CFU) fait d'abord escale à Neuchâtel, Gruyères et Sion. La couche nuageuse étant compacte au sud des Alpes, la prochaine étape ne sera pas Locarno, comme prévu, mais Samedan ou Altenrhein. Alors que l'appareil se trouve à 1 km au nord du Piz Tamborello, à une altitude de 9500 pieds QNH, le nombre de tours tombe soudain de 2350 à 1300-1400 RPM. L'instructeur reprend les commandes. Ne parvenant pas à varier le nombre de tours au-delà de 200 à 300 RPM, il place le levier des gaz sur le ralenti et amorce un vol plané pour tenter d'atteindre un fond de vallée à Andeer, qui n'est toutefois pas encore en vue. Ensuite, constatant que ce projet n'est pas réalisable, le pilote choisit un terrain au sud-ouest du village de Splügen. Après avoir franchi une ligne à haute tension, l'appareil se pose parfaitement, mais une ondulation du sol le fait rebondir. Le deuxième contact est plus violent et la roue de proue se brise en heurtant la prochaine ondulation. L'hélice et les deux extrémités des ailes touchent le sol, ce qui entraîne de gros dégâts d'ordre structurel. Les deux occupants sont indemnes.

Causes

- Atterrissage d'urgence manqué sur un terrain accidenté après une panne de moteur
- Panne de moteur due à la rupture de la tige-poussoir d'une soupape d'échappement du cylindre no 3, rupture provoquée par divers facteurs de nature thermique et mécanique.

Die rechtliche Würdigung des Unfallgeschehens ist nicht Gegenstand der Untersuchung und der Untersuchungsberichte (Artikel 2, Absatz 2 der Verordnung über die Flugunfalluntersuchungen vom 20. August 1980).

0. ALLGEMEINES

0.1 Kurzdarstellung

Im Reiseflug von Sitten nach Samedan fiel im Gebiet des Splügenpasses unvermittelt die Motorleistung des Flugzeuges Cessna F-152, HB-CFU, zusammen. Der Fluglehrer übernahm die Steuerführung und vollzog am südwestlichen Dorfrand von Splügen eine Notlandung. Dabei wurde das Flugzeug schwer beschädigt.

Beide Insassen blieben unverletzt.

Es entstand unbedeutender Flurschaden.

0.2 Untersuchung

Der Unfall ereignete sich am 30. August 1992 um 1519 Uhr¹⁾. Die Voruntersuchung wurde von Andreas Etzweiler geleitet und mit Zustellung des Voruntersuchungsunterberichtes vom 20. Oktober 1992 an den Kommissionspräsidenten am 18. März 1993 abgeschlossen.

Ursachen

- Misslungene Notlandung in schwierigem Gelände nach Motorausfall.
- Motorausfall, hervorgerufen durch den Bruch des Ventil-Stösselrohres am Auslassventil von Zylinder 3.

1. FESTGESTELLTE TATSACHEN

1.0 Vorgeschichte

Wenige Tage vor dem Unfall hatte der Fluglehrer seinem Flugschüler nahegelegt, die Flugausbildung infolge ungenügender Fortschritte aufzugeben. Der Flugschüler sah den Sinn dieser Massnahme ein und die beiden Piloten beschlossen, zum Abschluss der fliegerischen Tätigkeit des Flugschülers noch einen gemeinsamen Alpenflug in Form einer "Tour-de-Suisse" durchzuführen. Am 29. August 1991 vereinbarten die Beiden per Telefax das folgende Flugprogramm für den nächsten Tag: "Gala-Flug zum vorläufigen Abschluss meiner Flugkarriere. Tour-de-Suisse gemäss Deinem Vorschlag! z.B. Neuenburg-Lausanne-Sitten-Locarno-Samedan-Altenrhein, i.O.?" Am Morgen des

Flugetappen führten über Neuenburg und Greyerz nach Sitten, wo wiederum 65 l Treibstoff aufgefüllt wurden.

1.1 Flugverlauf

Der Start in Sitten erfolgte um 1334 Uhr. Als Etappenziel war Locarno vorgesehen. Im Raume Simplonpass wurde, aufgrund einer praktisch geschlossenen Wolkendecke über Domodossola, entschieden, den Flug in Richtung Samedan oder Altenrhein fortzusetzen. Ca. 1 km nördlich des Piz Tamborello, auf einer Flughöhe von 9500 ft QNH, fiel plötzlich die Drehzahl von 2350 RPM auf 1300-1400 RPM zusammen. Sofort übernahm der Fluglehrer die Steuerführung. Mit dem Gashebel war nur noch eine Drehzahlveränderung von 200-300 RPM möglich. Dabei waren Vibrationen des Motors feststellbar. Der Fluglehrer stellte den Gashebel auf Leerlauf und leitete den Gleitflug in Richtung Norden ein mit der Absicht, die relativ ebene Talsohle von Andeer zu erreichen, die allerdings in diesem Zeitpunkt noch nicht sichtbar war. Wenig später erkannte der Fluglehrer, dass dieses Vorhaben nicht durchführbar war und entdeckte an der südwestlichen Peripherie von Splügen eine günstige Landestelle. Mit einer schulbuchmässig durchgeführten Anflugeinteilung wurde der vorgesehene Landeplatz erreicht, wobei im Endanflug noch eine Hochspannungsleitung zu überfliegen war. Nach dem ersten Bodenkontakt wurde das Flugzeug an einer Bodenwelle nochmals abgehoben, wodurch das zweite Aufsetzen etwas forciert erfolgte. An einer weiteren, wellenförmigen Geländevertiefung wurde das Bugrad eingeknickt, der Propeller erhielt Bodenkontakt und die beiden Flügelenden berührten mit einer lateralen Schwingungsbewegung ebenfalls den Boden. Das Flugzeug kam parallel zur alten Kantonsstrasse und ca. 150 m vor Ende der Wiese - direkt zwischen dem Ortsschild von Splügen und dem örtlichen Verkehrsbüro - zum Stillstand. Beide Insassen blieben unverletzt.

Koordinaten der Unfallstelle: 743 750 / 157 000. Höhe: 1457 m/M.

Landeskarte der Schweiz 1:25'000, Blatt Nr. 1255, Splügenpass.

1.2 Personenschäden

<u>Besatzung</u>	<u>Passagiere</u>	<u>Drittpersonen</u>
Nicht verletzt	2	

1.3 Schaden am Luftfahrzeug

Das Flugzeug wurde schwer beschädigt.

1.4 Sachschaden Dritter

Es entstand kein Drittschaden.

1.5 **Beteiligte Personen**

1.5.1 **Pilot (Fluglehrer)**

Schweizerbürger, Jahrgang 1941.

Führerausweis für Berufspiloten, ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) am 20. Mai 1970, gültig bis 30. November 1991.

Erweiterungen: - Radiotelefonie UTT vom 25.5.1970
- Nachtflug vom 25.5.1970
- Kunstflug vom 29.1.1976

Bewilligte Flugzeugmuster: Ein- und mehrmotorige mit Kolbenmotor bis 5700 kg

Fluglehrerausweis, ausgestellt durch das BAZL am 7. Februar 1977, gültig bis 31. Oktober 1993.

Flugerfahrung

Insgesamt 6110 Std., wovon ca. 3200 Std. auf dem Unfallmuster; in den letzten 90 Tagen 178 Std., davon 7:32 Std. auf dem Unfallmuster.

Beginn der fliegerischen Ausbildung im Ausland. Beginn der fliegerischen Tätigkeit in der Schweiz aufgrund eines neuseeländischen Ausweises im März 1969.

Letzte fliegerärztliche Untersuchung am 29. März 1989.
Befund: tauglich ohne Einschränkungen.

1.5.2 **Passagier (Flugschüler)**

Schweizerbürger, Jahrgang 1933.

Lernausweis für Luftfahrzeugführer und Fallschirmspringer, ausgestellt durch das BAZL am 9. März 1987, gültig bis 26. Juni 1993. Ausbildungskategorie A + B.

Flugerfahrung

Insgesamt 87:47 Std., wovon 84:19 Std. auf dem Unfallmuster (C-150/152); in den letzten 90 Tagen 22:47 Std., alle auf dem Unfallmuster.

Beginn der fliegerischen Ausbildung am 9. März 1987.

Letzte fliegerärztliche Untersuchung am 26. Juni 1991.
Befund: Tauglich ohne Einschränkung.

1.6 Flugzeug HB-CFU

Muster: Cessna F-152
Hersteller: Reims Aviation/F
Charakteristik: Einmotoriger, zweiplätziger Schulterdecker mit festem Bugfahrwerk

Motor: Hersteller: Lycoming
Muster: O-235-L2C
Leistung: 112 PS (82 kW)

Propeller: Festpropeller
Hersteller: McCauley
Muster: 1A103TCM6958
Baujahr: 1980
Werknummer: 1812

Eigentümer und Halter: Fluggruppe Pro Altenrhein, Flugplatz, 9423 Altenrhein
Verkehrsbewilligung: ausgestellt durch das BAZL am 1.4.1988
Zulassungsbereich: im gewerbsmässigen Einsatz
VFR bei Tag
im privaten Einsatz
VFR bei Tag
VFR bei Nacht

Betriebsstunden
im Unfallzeitpunkt: Zelle: 2428 Std.
Motor: 1634 Std.
Propeller: 1634 Std.

Die letzte BAZL-Zustandsprüfung erfolgte am 23. Januar 1991. Die letzte 100-Stunden-Kontrolle wurde am 2. August 1991 bei total 2403 Betriebsstunden (TSN) bzw. 1609 Betriebsstunden seit Ueberholung (TSO) bei der Firma Flugzeugindstandhaltung Schönhagen GmbH, D-1711 Schönhagen bei Berlin, durchgeführt.

Masse und Schwerpunkt: Die maximale Abflugmasse beträgt 758 kg, die Masse im Unfallzeitpunkt betrug ca. 739 kg

Masse und Schwerpunkt befanden sich während des Unfallfluges innerhalb der zulässigen Grenzen

Flugzeitreserve: Das Flugzeug wurde in Sitten vollgetankt. Die Flugzeit bis zur Landung betrug 1:46 Std. Im Unfallzeitpunkt war noch gut die Hälfte des Treibstoffes verfügbar. Bei der Bergung wurden dem Flugzeug ca. 50 l Flugbenzin entnommen.

1.7 **Wetter**

1.7.1 **Gemäss Bericht der Meteorologischen Anstalt Zürich**

Allgemeine Wetterlage:

Hochdrucklage mit Bisenströmung auf der Alpennordseite. Etwas feuchtere Luft wird vom Balkan gegen die Alpensüdseite geführt.

Wetter am Unfallort und zur Unfallzeit:

Wetter/Wolken:	1/8 Sc, Basis um 2500 m/M
Sicht:	über 10 km
Wind:	120°/10 - 15 kt
Temperatur/Taupunkt:	12°C/07°C
Luftdruck:	1020 hPa
Gefahren:	Keine
Sonnenstand:	Azimut: 230° Höhe: 46°

1.8 **Navigations-Bodenanlagen**

Nicht betroffen.

1.9 **Funkverkehr**

Der Fluglehrer versuchte, nach Durchführung der ersten Sofortmassnahmen, im Gleitflug zwischen Splügenpass und dem Dorf Splügen Zürich-Information auf 124.70 MHz aufzurufen. Durch die bereits reduzierte Flughöhe und bedingt durch die Topographie war jedoch eine Verbindungsaufnahme nicht mehr möglich.

1.10 **Flughafenanlagen**

Nicht betroffen.

1.11 **Flugschreiber**

Nicht vorgeschrieben, nicht eingebaut.

1.12 **Befunde am Wrack**

1.12.1 Das Flugzeug war mit einem Notsender (ELT) ausgerüstet. Der Sender wurde durch die Notlandung nicht aktiviert.

1.12.2 Die Folgeschäden am Luftfahrzeug wurden durch die wellenförmige Bodenbeschaffenheit der Landestelle verursacht. Nachdem das Bugrad an einer Geländevertiefung einknickte, waren die weiteren Beschädigungen am Bug, am Propeller und an den Flügelenden nicht mehr vermeidbar. Der Bodenkontakt der Flügelenden bewirkte auch weitere Deformationen an den Flügelwurzeln.

1.13 **Medizinische Feststellungen**

Beide Piloten standen nicht unter Alkoholeinfluss.

1.14 **Feuer**

Es brach kein Feuer aus.

1.15 **Ueberlebensmöglichkeiten**

Der Unfall war überlebbar.

1.16 **Besondere Untersuchungen**

1.16.1 a) **Motor**

Der Unfallmotor wurde in den Werkstätten der FFA in Altenrhein teilzerlegt. Dabei wurde festgestellt, dass das Ventil-Stösselrohr am Auslassventil von Zylinder 3 auf der Kipphebelseite gebrochen war, was den Motorenausfall bewirkt hatte.

Die Nachkontrolle des Ventilspiels (Tappet Clearance) ergab bei Zylinder 1 und 2 eine knappe Einstellung an den Auslassventilen, d.h. gerade noch an der vom Hersteller vorgegebenen Limite.

Einzelne Motorenteile, insbesondere alle acht Ventil-Stösselrohre wurden in der EMPA Dübendorf einer eingehenden materialtechnischen Untersuchung unterzogen. Aufgrund dieser Untersuchung wurden u.a. folgende Fakten erhoben:

- Die Kipphebelachsen an den Zylindern 2 und 4 wiesen leichte Anlaufspuren auf.
- Die Ventilsitze an den Zylindern 1 und 2 waren stark abgenutzt, bei Zylinder 3 in Ordnung und bei Zylinder 4 war die Verschleissgrenze an der Ventilführung schon stark überschritten.
- Mehrere Ventil-Stösselrohre wiesen Korrosionsprodukte auf und teilweise Risse im Bereich der Presspassung zwischen dem Schaft des Kugelbolzens (Stahl) und dem Rohrstück (Alu-Legierung). Beim gebrochenen Auslass-Ventilstössel des Zylinders 3 lagen mehrere Anrisse vor, die zum Abbrechen eines Teils am zylindrischen Umfang des Alurohres führten. Die Bruchflächen wiesen charakteristische Merkmale eines Gewaltbruches auf. Aufgrund verschiedener Spuren von Gleitbewegungen liess sich nachweisen, dass der Kugelbolzen schon eine gewisse Zeit vor dem Bruch lose war, d.h. der Stössel-Mantel war schon vorher angerissen. Es scheint ein in Etappen entstandener Bruchverlauf vorzuliegen.

- Bei den Korrosionsprodukten am Auslass-Stösselrohr des Zylinders 3 wurden Kondenswasserspuren nachgewiesen. Das Mantelrohr wies hier ebenfalls mehrere Anrisse auf.
- Die Lagerstellen des Ventilsteuerungssystems wiesen thermisch bedingte Farbveränderungen auf, die auf ein Temperaturniveau von 250-280°C hindeuten, das deutlich über dem zulässigen Betriebswert von 110-130°C liegt.

Alle genannten Merkmale dürften kaum mit dem Unfallflug in direktem Zusammenhang stehen.

b) Vergleichsmotor HB-CHI

Im September 1991 hat die FFA ein Ventil-Stösselrohr eines typengleichen Motors (Auslass-Ventilstössel von Zylinder 4) des Flugzeuges HB-CHI zur Verfügung gestellt. Hier wurde der Kugelbolzen lose im Rohr vorgefunden, die Ränder des Alurohres waren aufgestaucht. Die Oberfläche des Rohres wies jedoch keine Korrosionsprodukte auf. Dieser Motor wies erst 282 Betriebsstunden auf seit der Ueberholung bzw. 1736 Std. seit Inbetriebnahme!

c) Vergleichsmotor HB-CTY

Im Dezember 1991 konnte bei der Firma LIMESS in Kloten ein weiterer, teilzerlegter Vergleichsmotor besichtigt werden. Alle Elemente der Steuerung waren in äusserlich einwandfreiem Zustand. An keinem der Triebwerksteile konnten augenfällige Korrosionserscheinungen festgestellt werden. Alle Steuerungselemente des Ventiltriebes wurden in gutem Verschleisszustand angetroffen. Dieser Motor wies 2622 Betriebsstunden auf, stand jedoch erst seit März 1989 im Einsatz. Das Luftfahrzeug wurde auch im Winter rege benützt und wurde immer hangariert.

d) Analyse der EMPA

Der EMPA-Bericht kommt zum Schluss, dass der Bruch des einen, sowie die Anrisse an weiteren Ventil-Stösselrohren auf eine Ueberbeanspruchung durch zu hohe mechanische Druckkräfte, überlagert von deutlich erhöhten Temperaturen im Bereich der Ventilsteuerung, zurückzuführen ist.

Es wird daher angenommen, dass der Ventiltrieb zeitweilig einen zu hohen Gleitwiderstand aufwies, wodurch die spezifische Pressung in den Lagerungen markant erhöht wurde. Auf Oelmangel hindeutende Spuren konnten jedoch nicht gefunden werden.

Bei einem deutlich höheren Temperaturbereich spielt die praktisch doppelt so hohe thermische Ausdehnung des Alurohres eine nicht mehr vernachlässigbare Rolle.

Die vorgefundenen Korrosionsspuren am Alumantel der Ventil-Stösselrohre sind ein Beweis für längere Stillstandzeiten (Kondenswasser im Innern des Triebwerks).

e) Andere Fälle

Anlässlich der Sitzung der EFUK vom 27.5.1993 wurde bekannt, dass weitere Fälle von Deformationen an Ventilstösseln gleichartiger Motoren vorgekommen sind.

1.16.2 Letzte 100-Stunden-Kontrolle

Die letzte 100-Stunden-Kontrolle wurde anlässlich der Europameisterschaften (EM) im Präzisionsflug in Schönhagen bei Berlin durchgeführt, wo das Flugzeug für die Schweizer Nationalmannschaft eingesetzt wurde. In Zusammenarbeit mit der deutschen Flugunfall-Untersuchungsstelle beim Luftfahrt-Bundesamt (LFBA) wurde festgestellt, dass der dort ansässige Betrieb für die Durchführung dieser Wartungsarbeit nicht berechtigt war, dies dem Auftraggeber (Schweizer Nationalmannschaft) allerdings mitgeteilt hatte. Der eingesetzte Prüfer hatte jedoch bereits einen Ausbildungskurs für die Wartung von Cessna-Flugzeugen absolviert. Aufgrund des vorgelegten Arbeitsrapportes steht fest, dass die Kontrolle nicht vollständig nach den einschlägigen Weisungen durchgeführt wurde. Insbesondere ist die bei diesem Motor alle 100 Stunden erforderliche Kontrolle (Einstellung) des Ventilspiels nicht durchgeführt worden (AVCO-Lycoming Service Instruction No 1068, Special Inspection "Tappet clearance").

1.16.3 Treibstoff

Schönhagen liegt in einem der neuen Bundesländer, vormals DDR. Ein Mitglied der Nationalmannschaft hat bestätigt, dass anlässlich der EM Flugbenzin gemäss erforderlichem Standard verfügbar war.

1.16.4 Stillstandzeiten

Die Geschichte des Unfallflugzeuges weist in den Winterhalbjahren Stillstandzeiten bis zu 2 Monaten aus. Im Winter sind durchschnittliche Betriebszeiten von 10 Std./Monat, im Sommer von 30 Std./Monat ausgewiesen. Der heutige wie der frühere Halter vermeldeten, dass das Flugzeug grundsätzlich hangariert war.

1.17 Verschiedenes

2. BEURTEILUNG

2.1 Notlandung

Die vom Fluglehrer nach dem Motorenausfall durchgeföhrten Massnahmen waren zweckmässig und geeignet, den Flug noch erfolgreich zu beenden. Wegen Beleuchtungskandelabern (Langlaufloipe) entlang der alten, kaum befahrenen Kantonsstrasse konnte die Landung nicht auf diesem geraden Strassenstück erfolgen. Die dazu parallel verlaufende und frisch gemähte Wiese war eine sichere Alternative. Die wellenförmige Bodenbeschaffenheit hätte jedoch eine beschädigungsfreie Landung nur mit etwas Glück zugelassen.

2.2 Motorschaden

Für die vorgesehene betriebliche thermisch-mechanische Beanspruchung genügt die konstruktive Werkstoffpaarung als Pressverband Stahl-/Alu-Legierung, wie die EMPA in ihrem Bericht feststellt. Somit sind bei der Ueberbeanspruchung die Faktoren zu hohe mechanische Druckkräfte, Ueberhitzung, Ventilspieleinstellung und Korrosion zu beurteilen. Mit Sicherheit hat ein Zusammenwirken dieser Faktoren das Materialversagen herbeigeföhrt.

Es war zu erwarten, dass die Durchführung von Wartungsarbeiten an einem westlichen Flugzeug in einem neuen Bundesland Deutschlands mit gewissen Schwierigkeiten verbunden sein könnte. Trotzdem wurden weder vom Halter noch von den verantwortlichen Piloten entsprechende Vorkehrungen getroffen. Das Flugzeug wurde mit einer bescheidenen Zeitreserve von nur 17 Std. nach Schönhagen verlegt. Training und Wettkampf beanspruchten 25 Std. Flugzeit, die Ueberflüge zusätzlich zweimal 4 Std. Es wäre somit eine weitsichtigere Planung für die gesamte EM-Flugoperation, d.h. unter Berücksichtigung anfallender Wartungsarbeiten, angezeigt gewesen.

Es darf vermutet werden, dass der dort ansässige Instandhaltungsbetrieb die Arbeit nicht primär aus kommerziellem Interesse ausführte, sondern vielmehr um der Schweizer Nationalmannschaft zu helfen, damit das Flugzeug im Wettkampf eingesetzt werden konnte. Der Betrieb besass die Voraussetzungen, war jedoch formell nicht berechtigt die Wartungsarbeit durchzuführen.

Die vorbestandene Korrosion durch Kondenswasser im Inneren des Triebwerks hat das Materialversagen begünstigt.

3. SCHLUSSFOLGERUNGEN

3.1 Befunde

- Der Flugschüler sass auf dem linken Sitz und flog das Flugzeug bis zum Zeitpunkt des Motorenausfalls. Der Fluglehrer sass auf dem rechten Sitz und übernahm die Steuerführung unmittelbar nach dem Drehzahlzusammenbruch.
- Die Piloten besassen gültige Ausweise.
- Die Flüge am Unfalltag wurden nicht im Rahmen einer anerkannten Flugschule durchgeführt. Wenige Tage zuvor hatte der Fluglehrer mit seinem Flugschüler den Abbruch der Flugausbildung vereinbart.
- Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Störungen der Piloten während des Unfallfluges vor.
- Beide Piloten standen nicht unter Alkoholeinfluss.
- Die ausgewählte Landestelle stellte die bestmögliche Lösung für eine Notlandung in der örtlich schwierigen Topographie dar.
- Die kritischen Geländevertiefungen an der Landestelle waren aus der Luft nicht zu erkennen.
- Der Bruch des Ventil-Stösselrohres am Auslassventil des Zylinders 3 erfolgte im Reiseflug und reduzierte die Motorenleistung um rund 1000 RPM schlagartig.
- Am Unfallmotor wurde eine Ueberbeanspruchung durch mechanische Druckkräfte, Ueberhitzung und Korrosion nachgewiesen.
- Die letzte 100-Stunden-Kontrolle wurde nicht korrekt nach den Weisungen des Herstellers durchgeführt.

3.2 **Ursachen**

Der Unfall ist zurückzuführen auf:

- Misslungene Notlandung in schwierigem Gelände nach Motorausfall.
- Motorenausfall, hervorgerufen durch den Bruch des Ventil-Stösselrohres am Auslassventil von Zylinder 3.

Die Kommission verabschiedete den Schlussbericht einstimmig.

Bern, 2. Juli 1993

EIDG. FLUGUNFALL-
UNTERSUCHUNGSKOMMISSION
Der Präsident:

sig. H. Angst