

Untersuchungsbericht

CX003-0/01
März 2002

Sachverhalt

Art des Ereignisses:	Unfall
Datum:	08. März 2001
Ort:	Hamburg
Luftfahrzeug:	Flugzeug
Hersteller / Muster:	Cessna / 525 Citation Jet
Personenschaden:	ohne Verletzte
Sachschaden:	Luftfahrzeug schwer beschädigt
Drittschaden:	eine Begrenzungsleuchte zerstört



Flugverlauf

Das Flugzeug befand sich auf einem Flug nach IFR (Instrumentenflugregeln) von Mannheim (EDFM) nach Hamburg (EDDH). Um ca. 20:45 MEZ meldete sich der Pilot bei Hamburg TWR (Turm) zur Landung auf der Piste 15. Das Flugzeug setzte nicht auf der Bahn auf, sondern startete durch.

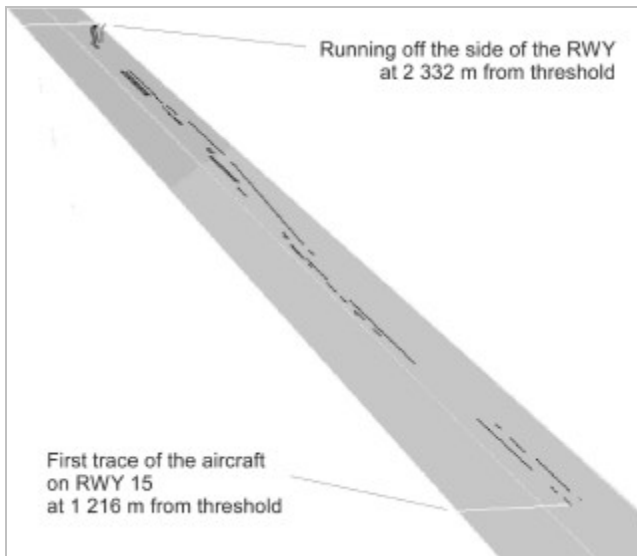
Beim erneuten Funkkontakt, zehn Minuten später, informierte der Pilot den TWR-Lotsen über Probleme mit dem Fahrwerk seines *Citation Jet*. Bei einem Vorbeiflug am Kontrollturm erkannte der Lotse alle Räder des Flugzeuges in Landstellung. Die optischen und akustischen Signale im Cockpit zeigten dem Luftfahrzeugführer weiterhin einen unsicheren Zustand des Fahrwerks an. Für die bevorstehende Landung wurde Alarm ausgelöst und die Flughafenfeuerwehr aktiviert.

Um ca. 21:20 MEZ erfolgte der Endanflug des *Citation Jet* auf die Piste 15. Das Flugzeug setzte, laut Aussage des Piloten, normal auf, wobei das Fahrwerk auf der rechten Seite sofort nachgab. Durch Gegensteuern gelang es dem Flugzeugführer, die Bodenberührung des rechten Flügels hinauszuzögern und den *Citation Jet* danach noch über eine Strecke von mehr als 1 000 m auf der Bahn zu halten. Schließlich kam das Flugzeug 30 m rechts neben der Piste 15 und rund 300 m vor der Kreuzung mit der Piste 23 zum Stillstand.

Ein Brand trat nicht auf und der Pilot verließ das Flugzeug unverletzt.

Untersuchung

Beauftragte der BFU am Flughafen Hamburg sicherten vergängliche Spuren und kontrollierten den Zugang zum Flugzeug. Zwei Mitarbeiter der BFU aus Braunschweig nahmen am nächsten Morgen die Untersuchung vor Ort auf. Dabei waren Techniker des LTB (Luftfahrttechnischer Betrieb), der das Luftfahrzeug betreute, Bergungsfachleute des Flughafens und Beamte der Kriminalpolizei zugegen. An der späteren Untersuchung der hydraulischen Anlage des Flugzeuges war ein Vertreter des Luftfahrzeug-Herstellers beteiligt.



Sachlage an der Unfallstelle

Die erste Bodenberührung des Flugzeuges war anhand der Vielzahl von Reifenspuren nicht identifizierbar. Eine erste Kratzspur im Asphalt, die der rechten Fahrwerksklappe des *Citation Jet* zuzuordnen war, befand sich 1 216 m von der Schwelle entfernt. In unregelmäßigen Abständen kamen weitere Spuren von den Landeklappen-Gelenken und von anderen Teilen der rechten Tragfläche hinzu. Am Ende markierten Reifenspuren vom Bug- und vom linken Hauptfahrwerk eine Kurve nach rechts ins Gras.

Außerdem zeugten der verwaiste Sockel und die Trümmer einer Lampe der Pistenbefahrung von diesem Verlauf. Die Verzögerungsstrecke von der ersten festgestellten Spur vom Flugzeug bis zu seiner Endlage maß 1 162 m.

Sachlage am Luftfahrzeug

Die rechte Tragfläche des Flugzeuges ruhte auf dem Boden. Ihre Unterseite wies zum Flügelende hin flächige Abschürfungen auf und unterhalb des Rumpfes eine tiefe Einprägung, die von der Begrenzungsleuchte herrührte. Die Kniegelenke der rechten Landeklappen waren aufgerieben worden. Beide Landeklappen befanden sich im eingefahrenen Zustand.

Im Cockpit wurden folgende Gegebenheiten vorgefunden: Auf dem rechten Sitz lag das Kurzhandbuch mit Seiten über Notverfahren (*abnormal procedures and emergency checklist*). Der Bedienelement für das Fahrwerk (*gear handle*) befand sich in der Position DOWN. Der rote T-förmige Griff für das behelfsmäßige Herauslassen des Fahrwerkes war gezogen und in Endstellung gerastet. Der koaxial dazu montierte rote Knauf für ein Notausfahren mittels Treibladung befand sich in Ausgangsstellung. Die Sicherung (CB) für den Fahrwerksstromkreis (*gear control*) war eingerastet bzw. geschlossen.

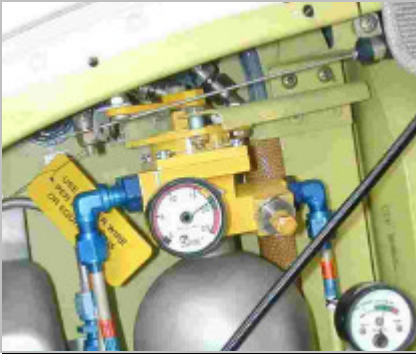


Nach Einschalten der Spannungsversorgung (*battery ON*) leuchteten die Zustandsanzeigen für das Fahrwerk GEAR UNLOCKED (rot), NOSE (grün) und LH (grün); RH (grün) blieb dunkel. Auf der Anzeigentafel (*annunciator panel*) leuchteten u.a. die Warnanzeigen für die Hydraulik HYD FLOW LOW (orange), LH (orange) und RH (orange). Beim Anlassen (*motoring*) des linken Triebwerkes erlosch LH *hyd flow low* (orange). Die Luftbremsen (*speed brakes*) und die Landeklappen (*flaps*) funktionierten beim Betätigen ihrer Bedienelemente nicht.

Der im Rumpheck eingebaute Vorratsbehälter für die Hydraulikflüssigkeit war reichlich gefüllt.



Beim Anheben der rechten Tragfläche schwenkte das Fahrwerk ohne Zwang nach unten heraus und richtete sich fast bis in Landstellung auf. Fahrwerksbein, Rad und Reifen waren unbeschädigt.



Die Stickstoff-Flasche, die als Treibladung zum Notausfahren des Fahrwerkes dient, befand sich im Bugabteil des Rumpfes. Das Manometer der Flasche zeigte einen Druck von über 1 800 PSI im grünen Bereich an. Der Sicherungsdraht am Hebel vom Ventil der Flasche war unversehrt. Das Bedienelement für diese Anlage, der rote Knauf im Cockpit, ließ sich mit einer Hand bis zum Anschlag ziehen. Infolge dieser Betätigung fuhr das rechte Fahrwerk mit Wucht an den Anschlag der Landstellung und verriegelte mechanisch. Das o.g. Manometer zeigte daraufhin einen Restdruck von 900 PSI an, der auch noch Tage später anhält.

Der Betätigungsstrang zur Stickstoff-Flasche ließ sich von Hand am Ventilhebel bewegen. An der Verkleidung vor der Flasche fanden sich keine Spuren einer Berührung mit dem Hebel. Zwischen den Bauteilen wurde ein Mindestabstand von 7 mm gemessen.

Notverfahren

Für den Fall eines Problems mit der Hydraulik und dem Fahrwerk beschrieb der Hersteller im Kurzhandbuch (*abbreviated check list*) geeignete Maßnahmen. Im Abschnitt *emergency/abnormal procedures*, Kapitel 2 behandelte er das Problem *landing gear will not extend*:

1. GEAR CONTROL CIRCUIT BREAKER – **CHECK IN**
 2. LANDING GEAR CONTROL – **CHECK DOWN**
- IF HANDLE FAILS TO MOVE (FROM UP POSITION) OR GEAR WILL NOT EXTEND**
3. GEAR CONTROL CIRCUIT BREAKER – **PULL**
 4. AUXILIARY GEAR CONTROL – **PULL T-HANDLE AND ROTATE TO LOCK**
 5. RUDDER – **YAW AIRPLANE** (IF NECESSARY TO ACHIEVE DOWNLOCK LIGHT)
 6. AUXILIARY GEAR CONTROL – **PULL KNOB TO BLOW DOWN** (FOR POSITIVE LOCK)

Neben den Bedienelementen im Cockpit ist eine schwarze Plakette angebracht, auf der in weißer Schrift die Punkte 4. und 6. leicht verändert dargeboten werden.

Die Vorgehensweise des Piloten in Bezug auf das Fahrwerksproblem war Gegenstand des Sprechfunkverkehrs mit ATC (08.03.01), einer telefonischen Be-

fragung durch Mitarbeiter der BFU (09.03.01) und eines schriftlichen Berichtes des Piloten (29.03.01).

Im Sprechfunkverkehr äußerte der Pilot: "the gear is not extending, and I just pulled the emergency pull down, ..." und weiter: "... also er gibt mir emergency hier für landing gear, Flasche ist gezogen, blöde Ding geht nicht raus."

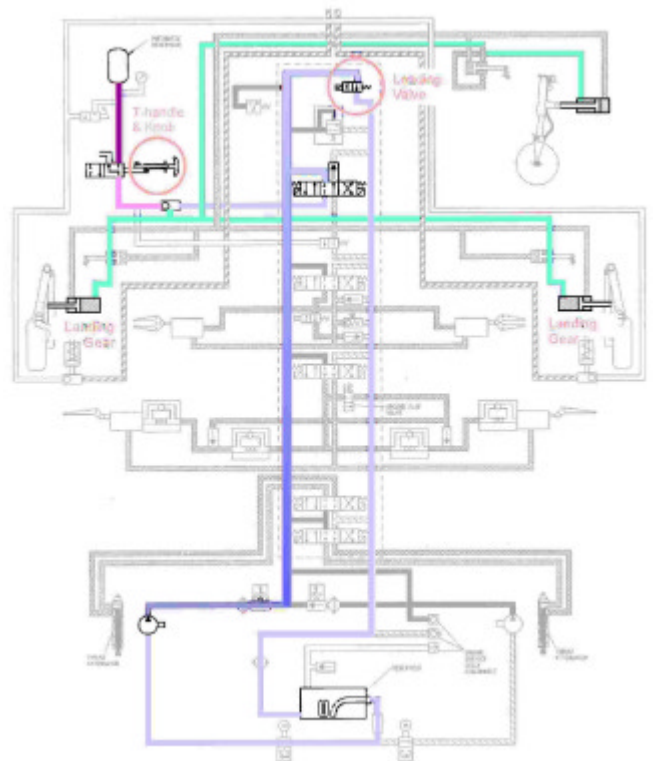
In seinem schriftlichen Bericht steht: „... und dann versucht, den Knopf *knob to blow down* zu betätigen, welcher jedoch blockiert war.“ und weiter: „...dass zum Abfeuern der Pressluftflasche der rote Knopf blockiert war.“

In seiner ersten Schilderung am Telefon war von dieser Handlung und diesem Problem keine Rede. Auf die Frage nach der Anordnung des *knob* relativ zum T-Griff gab der Pilot keine treffende Antwort.

Die oben abgedruckte Anleitung wurde einer Testperson vorgelegt, die Englisch-Kenntnisse und Flugerfahrung hatte, aber nicht auf das Muster eingewiesen war. Diese war anhand der *check list* nicht in der Lage, den koaxial zum roten T-Griff angeordneten roten Knauf als den *knob* zu identifizieren, der außer dem T-Griff noch zu betätigen war.

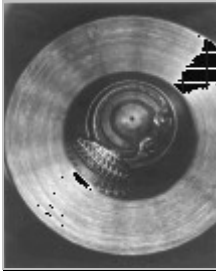
Hydrauliksystem

Die Hydraulische Anlage des Flugzeuges wurde gleich nach der Bergung und ein zweites Mal mit Beteiligung eines Vertreters von Cessna, sechs Tage später, in einem Hangar des Flughafens weiter untersucht.



Die Fehlersuche am Hydrauliksystem führte hin auf einen Ausfall des Ventils P/N 9912423-22, S/N 262 (*hydraulic power – solenoid loading valve*). Dieses Ventil schließt die Rückleitung zum Vorratsbehälter und sorgt dadurch für Arbeitsdruck, den die Systeme Fahrwerk, Landeklappen und *speed brakes* benötigen.

Nachdem das Ventil S/N 262 durch ein anderes (derselben Baureihe) ersetzt wurde, arbeitete die hydraulische Anlage ordnungsgemäß.



Im Zylinder des defekten Ventils war ein loses metallenes Sieb zu erkennen, das zwischen Stirnkante des Kolbens und Innenbund des Zylinders steckte.

Instandhaltung des Luftfahrzeuges

Das Muster *Cessna 525 Citation Jet* ist ein Tiefdecker in Ganzmetall-Bauweise mit T-Leitwerk und mit zwei Turbojet-Triebwerken am Heck. Es besitzt ein Dreibein-Fahrwerk mit Bugrad.

Das betroffene Flugzeug mit der Werknummer (S/N) 525-0249 aus dem Baujahr 1998 wird von einem Unternehmen in Hamburg (kein Luftfahrtunternehmen) mit einer amerikanischen Verkehrszulassung vom 05.08.1998 betrieben.

Die Instandhaltung des Flugzeuges erfolgte seit seiner Auslieferung bei einem LTB (Luftfahrttechnischer Betrieb) am Flughafen Hamburg. Am 14.04.2000 fand eine Inspektion nach Phasen 1, 2, 7, 9, 10, 11, 12 E, 12 F und zugleich Jahresnachprüfung statt. Die letzte Maßnahme bestand in dem Wechsel der Bremsanlagen beider Hauptfahrwerke (*LH and RH brake assy*) am 28.02.2001. Zu diesem Zeitpunkt betrug die Gesamtbetriebszeit des Flugzeuges 743 Stunden und die Zahl der Landungen 774.

Besatzungen des Flugzeuges beanstandeten, dass das Hydrauliksystem schon mehrfach bei Außentemperaturen unter $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ versagt und erst ab $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ wieder funktionierte hätte. Nach einem Befund- und Arbeitsbericht vom 23.08.1999 wurde ein Ausfall des Hydrauliksystems an dem Flugzeug S/N 525-0249 schon einmal behoben, indem man das *loading valve* S/N 286 durch das Stück S/N 262 ersetzte. Allein bei diesem LTB waren seit Anfang 1998 sieben weitere gleichartige Maßnahmen an Flugzeugen des Modells *C 525 Citation Jet* dokumentiert.

Nach Auskunft von *Cessna Aircraft Company* waren bis Ende 2000 insgesamt 76 *loading valves* der Version -22 außerplanmäßig gewechselt worden. Die Gesamtbetriebszeit der Flotte vom Muster *Citation Jet* wurde mit 375 765 h angegeben.

Der Hersteller des Flugzeuges legte der BFU ein *Service Bulletin* SB 525-29-10 vom 09.02.2001 vor, das am Unfalltag dem deutschen LTB noch nicht bekannt war. Darin wird ein Austausch aller Ventile der Ausführung P/N 9912423-22 gegen eine neue Version -39 empfohlen (*compliance recommended*). Für die Umrüstung der rund 400 Flugzeuge veranschlagte *Cessna* eine Zeitspanne von drei Jahren.

Bei der neuen Ausführung des Ventils wurde auf das metallene Sieb (*filter screen*) verzichtet; die Spule und die Rückstellfeder wurden verstärkt.

Wetter

Die Bodenwettermeldung (METAR) für EDDH vom Unfalltag um 21:20 Uhr lautete:

Luftdruck QNH 1001 hPa, Temperatur und Taupunkt 08°C bzw. 05°C , Bewölkung 5 bis 7 Achtel (BKN) in 5 800 ft, Regen, Sichtweite 7 000 m, auf Landebahn (RVR) 1 500 m, Wind aus 130° mit 12 kt, keine wesentliche Änderung (NOSIG).

Die Windmeldung zur Landung lautete: Wind aus 130° mit 11 bis max. 17 kt.

Besatzung

Der Pilot war mit dem *Citation Jet* auf dem Flug nach IFR allein unterwegs.

Laut Luftfahrerakte war er im Besitz einer deutschen Erlaubnis für Berufsluftfahrzeugführer der Klasse II (CPL II) mit Datum der Erstaustellung 29.12.1976. Im letzten Beiblatt, gültig bis 18.08.2000, war eine Muster-Berechtigung für die zweimotorigen Flugzeuge der Reihe *Commander 680T* etc. eingetragen. Eine Instrumentenflug-Berechtigung war nicht dokumentiert. Die Musterberechtigung für *Cessna 525* war mit Nachweis 16/A-3 vom 17.03.1998 beantragt worden.

Laut vorgelegter Dokumente war der Pilot im Besitz einer amerikanischen Pilotenlizenz mit Datum der Erstaustellung 14.07.1998 und einem *medical certificate* mit Datum der Untersuchung 28.06.2000. In der Lizenz waren die *Ratings: commercial pilot, airplane multi-engine land, instrument airplane, CE-525S* eingetragen.

Nach eigenen Angaben hatte der Pilot eine Gesamtflugenerfahrung von 5 350 Stunden; davon 530 Stunden nach IFR. Seine Flugerfahrung mit dem Muster *Cessna 525* wurde mit 700 Flugstunden und 740 Landungen beziffert.

Beurteilung der BFU

Ausfall des Hydraulik-Systems

Das aus seinem Sitz herausgelöste Sieb (*filter screen*) blockierte das Ventil P/N 9912423-22 (*solenoid loading valve*) im geöffneten Zustand. Dies erklärt den Totalausfall des Hydrauliksystems.

Dasselbe Problem war dem Hersteller des Flugzeuges bereits aus zahlreichen Vorfällen bekannt. Die Fehler-rate war sicher größer als die Quote der Teilewechsel von 21 je 100.000 h. Der Zulieferer reagierte auf die Unzuverlässigkeit des Bauteiles mit einer konstruktiven Änderung. Bei der neuen Ausführung des Ventils ohne Sieb ist ein Versagen, wie im vorliegenden Fall, ausgeschlossen.

Das Service Bulletin zur Einführung der verbesserten Bauteil-Version wurde in Deutschland, im Rückblick auf diesen Unfall, nicht früh genug herausgegeben. Andererseits hätte die Umrüstung der gesamten Flotte nicht auf einmal realisiert werden können.

Um die Auswirkungen eines Totalausfalles des Hydrauliksystems zu mildern, sind Ersatzsysteme (system back-up) und spezielle Verfahren (abnormal procedures) Standard. Drei Möglichkeiten bestanden, um das Fahrwerk in die sichere Landstellung zu bringen.

Vorgehensweise des Piloten

Die Besichtigung und die Überprüfung des Systems zum behelfsmäßigen Absenken und Verriegeln des Fahrwerkes (*auxiliary gear control*) lieferten konsistente Ergebnisse. Alle sprechen dafür, dass der rote Knauf zur Auslösung der Druckgasflasche (*knob to blow down*) nicht betätigt worden war.

Die Aussagen des Piloten im Sprechfunkverkehr, bei der Anhörung und in seinem schriftlichen Bericht ergaben ein widersprüchliches Bild:

Seine spontanen Äußerungen deuten darauf hin, dass der Pilot glaubte, allein durch Herausziehen des roten T-Griffes im Cockpit die Druckgasflasche geöffnet zu haben. In diesem Irrtum nahm er den roten Knauf (*knob*) nicht als den zutreffenden Auslöser wahr.

Die nachträgliche Schilderung des Piloten widerspricht dieser Hypothese. Sie steht aber auch im Gegensatz zu allen dinglichen Nachweisen.

Anleitung des Herstellers

Die Anleitung zum behelfsmäßigen Absenken und Verriegeln des Fahrwerkes (*auxiliary gear control*) war dem Piloten im vorliegenden Fall keine Hilfe. Sie war auch für andere Personen nicht nachvollziehbar.

Die Bezeichnungen GEAR CONTROL und AUXILIARY GEAR CONTROL stehen einmal für das System und an anderer Stelle für das Bedienelement. Dadurch kann der Eindruck entstehen, Punkt 6 der *check list* sei nur eine Wiederholung von Punkt 4. Aus dem Text ging nicht deutlich genug hervor, dass

- a) der T-Griff nur die Freigabe des Fahrwerkes aus dem Schacht bewirkt,
- b) der Knauf ein zweites Bedienelement darstellt und nur dieses die Verstellung des Fahrwerkes mittels Gasdruck auslöst.

Die Plakette neben dem Knauf bietet Hinweise an. Sie ist aber bei Nacht zu übersehen.

Flugerfahrung des Piloten

Der Pilot war einer großen Zahl von Flugstunden entsprechend mit dem Muster vertraut. Die unvollkommene Verriegelung des Fahrwerkes war für ihn eine erstmalige Ausnahmesituation.

Bei der Einweisung auf das Muster wird die Druckgasflasche aus Kostengründen üblicherweise nicht ausgelöst. Dadurch kann der einzuweisende Pilot das Verfahren nicht wirklich „begreifen“ und es somit leicht vergessen.

Schlussfolgerungen

Der Unfall ist darauf zurückzuführen, dass

- a) das Hydrauliksystem des Flugzeuges infolge eines defekten Ventils versagte und
- b) der Pilot das vom Hersteller empfohlene Verfahren für den Fall eines ungesicherten Fahrwerkszustandes nicht konsequent vollzog.

Zum Faktor b) hat wahrscheinlich eine unklar formulierte Anleitung des Herstellers beigetragen.

Sicherheitsempfehlungen

Der Hersteller des Flugzeuges traf nach Auffassung der BFU bereits geeignete Maßnahmen, um den erkannten Mangel im Hydrauliksystem des Citation Jet künftig auszuschließen. Damit erübrigte sich eine dementsprechende Empfehlung der BFU.

Untersuchungsführer

Gernot Leibe