



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Büro für Flugunfalluntersuchungen
Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation
Ufficio d'inchiesta sugli infortuni aeronautici
Uffizi d'investigaziun per accidents d'aviatica

Aircraft accident investigation bureau

Schlussbericht Nr. 1902

des Büros für

Flugunfalluntersuchungen

über den Unfall

des Helikopters Eurocopter France / Aerospatiale AS350B2, HB-XJC

vom 30. April 2002

Heliport Zermatt, Gemeinde Zermatt / VS

Cause

The accident is attributable to uncontrolled lifting of the collective in the course of the acceleration process. It must remain an open question why the collective did not remain locked or was not locked.

The following circumstances contributed to the accident:

The technical defects of the turbine caused a particular start up behaviour and demanded increased attention on the part of the pilot.

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Entsprechend dem Abkommen über die internationale Zivilluftfahrt (ICAO Annex 13) ist das alleinige Ziel der Untersuchung eines Flugunfalles oder eines schweren Vorfalles die Verhütung künftiger Unfälle oder schwerer Vorfälle. Es ist nicht Zweck dieser Untersuchung, ein Verschulden festzustellen oder Haftungsfragen zu klären.

Gemäss Art. 24 des Schweizer Luftfahrtgesetzes ist die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen und schweren Vorfällen nicht Gegenstand der Flugunfalluntersuchung.

Geschlechtsunabhängig wird in diesem Bericht aus Datenschutzgründen ausschliesslich die männliche Form verwendet.

Alle Zeiten in diesem Bericht sind, wo nicht anders angegeben, in der für das Gebiet der Schweiz gültigen Normalzeit (*local time* – LT) angegeben, die im Unfallzeitpunkt der mitteleuropäischen Sommerzeit (MESZ) entspricht. Die Beziehung zwischen LT, MESZ und koordinierter Weltzeit (*coordinated universal time* – UTC) lautet: $LT = MESZ = UTC + 2 \text{ h}$.

Der Wortlaut des deutschsprachigen Berichtes ist massgebend.

Das Büro für Flugunfalluntersuchungen bedankt sich bei den Behörden und Organisationen für die Unterstützung, die ihm bei der Durchführung der Untersuchung gewährt wurde.

Schlussbericht

Luftfahrzeug	Eurocopter AS350B2		HB-XJC
Zulassung	Gewerbsmässiger Verkehr VFR bei Tag		
Halter	Lions Air AG		
Eigentümer	Lions Air AG		
Betreiber	Air Zermatt AG, 3942 Raron		
Pilot	Schweizer Bürger, Jahrgang 1950		
Ausweis	Ausweis für Berufspiloten, Hubschrauber CPL(H)		
Flugstunden	insgesamt	9026	während der letzten 90 Tage 81
	auf dem Unfallmuster	147	während der letzten 90 Tage 37
Ort	Heliport Zermatt		
Datum und Zeit	30. April 2002, ca. 16:00 Uhr		
Betriebsart	VFR privat		
Flugphase	Startvorbereitung		
Unfallart	Ungewolltes Abheben		

Personenschaden

	Besatzung	Passagiere	Drittpersonen
Tödlich verletzt	---	---	---
Erheblich verletzt	---	---	---
Leicht oder nicht verletzt	1	---	---

Schaden am Luftfahrzeug Beschädigungen an der Zelle

Sachschaden Dritter ---

Allgemeines

Untersuchung

Unmittelbar nach dem Unfall lagen Hinweise auf eine mögliche technische Ursache vor. Deshalb wurde gleichentags eine Untersuchung durch das BFU eröffnet.

1 Sachverhalt

Vorgeschichte

Der von der Air Zermatt gecharterte Helikopter HB-XJC der Firma Lions Air AG musste nach ca. dreimonatigem Einsatz von der Basis Zermatt nach Raron überflogen werden. Der für den Überflug bestimmte Pilot war morgens um 06:45 Uhr mit einem Helikopter Ecureuil AS350B3 in Raron gestartet und wurde anschliessend für Skiflüge ab Zermatt eingesetzt. Um 15:00 Uhr landete er wieder in Raron. Bis zu diesem Zeitpunkt hatte er 174 Minuten Flugzeit akkumuliert. Nach der Verschiebung mit dem Auto übernahm er den Helikopter AS350B2 HB-XJC gegen 16:00 Uhr in Zermatt. Bei der Helikopterübernahme wurde der Pilot auf eine Eigenheit beim Anlassvorgang dieser Maschine aufmerksam gemacht.

Flugverlauf

Nach der Übernahme des Helikopters auf dem Heliport Zermatt startete der Pilot das Triebwerk. Nachdem der Anlassvorgang abgeschlossen war und der Pilot sich zum Start bereit machte, verspürte er starke Vibrationen mit Bodenresonanz. Augenzeugen vernahmen einen aufheulenden Lärm. Der Helikopter hob unkontrolliert ab. In ungefähr 1 m über Grund nahm der Pilot die Leistung zurück und die Maschine fiel wieder auf den Boden. Dabei drehte sich der Helikopter ca. 90° um seine Hochachse nach rechts und landete hart auf den Kufen. Ein sichtbarer Schaden wurde am Übergang Rumpf/Heckausleger festgestellt.



Angaben zum Luftfahrzeug

- Die letzte 200h Kontrolle an der Zelle und die letzte 300h Kontrolle am Triebwerk wurden am 27.03.2002 durchgeführt.
- Nach dem letzten Flug am 29.04.02 wurden keine Beanstandungen ins Flugreisebuch eingetragen.
- Helikopter AS350B2 HB-XJC
 - Werknummer 2382
 - Betriebszeit seit Herstellung 2423 h
 - Flugzyklen seit Herstellung 4987
- Triebwerk ARRIEL 1D1
 - Werknummer 9072
 - Betriebszeit seit Herstellung 2423 h
 - Belastungszyklen seit Herstellung 6469
- Die Abflugmasse von 1635 kg und der Schwerpunkt lagen zum Unfallzeitpunkt innerhalb der Limiten.
- Der Helikopter war nicht mit einem Datenaufzeichnungsgerät (Triebwerk oder Flugdaten) ausgerüstet.
- Das Mass der Einrastnuttiefe des Arretierungkopfs am *collective* betrug 0,8 mm.
- Der Helikopterhersteller veröffentlichte am 25. September 2003 das *alert service bulletin* (ASB) no. 67.00.27. Darin wird eine minimale Einrastnuttiefe von 0,7 mm gefordert.

Weitere sachdienliche Angaben und Untersuchungsergebnisse

- Aussage des anwesenden Mechanikers: *„...Gegen 15:30 Uhr stellte ich den Helikopter HB-XJC auf Platz 2. Der Pilot, der die Maschine nach Raron überfliegen sollte, war beim Bereitstellen des Helikopters dabei. Daraufhin verlud ich ein Aufbockrad in die Kabine und das andere hinten ins baggage compartment. Dabei habe ich den Piloten auf die speziellen Eigenheiten dieses Helis aufmerksam gemacht. Als die Maschine auf Platz stand, führte ich noch einen walk around check durch. Von meiner Seite war der Heli flugbereit.“*
- Die Aussage des Chefpiloten der Air Zermatt zu den Eigenheiten der HB-XJC lautete: *„Der Startvorgang der XJC verhielt sich bis 45-50% NG normal. Erst ab 50% musste man ca. 30 Sekunden warten um weiter zu beschleunigen. Auch wenn der Debit voll aufgemacht wurde, ist nichts passiert. Erst nach den 30 Sek. Warten konnte das Triebwerk normal weiter auf Nenndrehzahl beschleunigen.“*
- Im Flugreisebuch waren bei 30 Einträgen und 70 Startvorgängen von sieben verschiedenen Piloten keine Beanstandungen seit der letzten 300h Triebwerkkontrolle, welche 34 Tage vor dem Ereignis erfolgte, eingeschrieben worden.
- Das Triebwerk wurde untersucht. Folgende Feststellungen wurden dabei gemacht:
 - *„Consequently to the accident, the free wheel assembly displayed several discrepancies (...) and high speed bearings were replaced due to hard landing.“*
 - *No signs of overspeed detected further to free turbine inspection.*

- *In addition, centrifugal compressor blades had rubbed onto centrifugal compressor cover; first stage nozzle guide vane, second stage turbine blades, free turbine nozzle guide vane and blades suffered from cracking and first stage turbine blades were found impacted and the coating altered."*
- *"NOTE: the condition of the engine suggests that it has operated beyond normal temperatures."*
- *FCU S/N B705B log card showed 2423 total hours.*
- Die *fuel control unit (FCU)* wurde untersucht. Folgende Feststellungen wurden dabei gemacht:
 - *„The bench testing performed on the accessory exhibited several functional discrepancies (.....) due to an internal leak located on the non return valve.*
 - *acceleration curve: fuel flow found too low*
 - *maxi. flow 220.6 l/h for spec. = 243 l/h*
 - *static droop curve: NTL speeds found too low*
 - *with load variation (from 90% NG to maxi. NG), the response time was found out of tolerances*
 - *Warranty seal found missing on NG maxi stop and no record into the log book (mandatory).*
 - *Calendar limit exceeded (date of entry into service: 03/90): 2 years beyond limit (2500h/10years)"*
- Der Triebwerkhersteller macht folgende Bemerkung: *"Nota: FCU characteristics checks described in engine maintenance manual could have evidenced these functional discrepancies. These periodic checks are mandatory. There was no record of this type of check on the engine log book."*
- Die *drain valve assembly* hatte die kalendarische Limite überschritten. (*on condition / 10 years*)
- Die Treibstoff Analyse zeigte keine Anomalien.
- Haupt- und Heckrotorsystem ergaben keinen Hinweis auf anormales Schwingungs- oder Vibrationsverhalten.
- Die Inspektion von *cowling, primary and centre structure, tailboom, lower part structure* und insbesondere der *landing gear shock absorbers* und der *RH and LH anti-vibrator installation* ergab keine Hinweise auf mögliche ausserordentliche Vibrationen oder Bodenresonanzgefahr.
- Der Pilot konnte sich weder an eine visuelle noch eine akustische Warnung erinnern:
„Der Kopfhörer dämpfte den Lärm sehr gut. Die Maschine selber ist auch sehr gut isoliert. Ich habe das Aufheulen des Triebwerkes nicht wahrgenommen. Beim Anlassen konzentrierte ich mich auf die Instrumente. Ich hatte nicht das Gefühl, dass die Maschine anders tönnte."
- Der Pilot hatte gemäss eigener Aussage keine Besonderheit bis zu den aufgetretenen Schwingungen festgestellt. Aus seiner Sicht sind alle Manipulationen richtig abgelaufen.

- Der Pilot über ein mögliches Lösen des *collective*¹: „*Ich kann das nicht mehr genau sagen. Vielleicht ist er beim Manipulieren des Debit gelöst worden. Der Helikopter vibrierte zu diesem Zeitpunkt sehr stark.*“
- Die anwesenden Augenzeugen sprachen von beobachteten starken Schwingungen: „*die Maschine fing sofort an zu schütteln...*“, „*der Heli hat sich dann auf Platz 2 aufgeschaukelt...die Maschine schaukelte extrem.*“.

Meteorologische Angaben

Das Zentrum eines ausgedehnten Tiefdruckgebietes lag über Schottland. Die damit verbundene okkludierte Polarfrontwelle hatte Frankreich erreicht. In der Schweiz herrschte unter schwachem Hochdruckeinfluss noch vorwiegend schönes Wetter.

Wetter zur Unfallzeit am Unfallort:

Die folgenden Angaben zum Wetter zur Unfallzeit am Unfallort basieren auf einer räumlichen und zeitlichen Interpolation der Beobachtungen verschiedener Wetterstationen.

Wolken:	1/8 Basis um 10 000 ft AMSL, 1-2/8 Basis um 25 000 ft AMSL
Wetter:	-
Sicht:	um 30 km
Wind:	050°, 5-8 kt, einzelne Windspitzen bis 12 kt
Temperatur/Taupunkt:	+14 °C / -4 °C (relative Luftfeuchtigkeit 29%)
Luftdruck:	QNH LSGS 1011 hPa Druck Messstation Zermatt (1638 m/M): 835.2 hPa
Gefahren:	-
Sonnenstand:	Azimut: 253° Höhe: 36°

- Der lokale Wind bei der Plattform der Air Zermatt war gemäss Aussagen von anwesenden Personen schwach.

¹ *collective* – Verstellhebel für die kollektive Blattverstellung

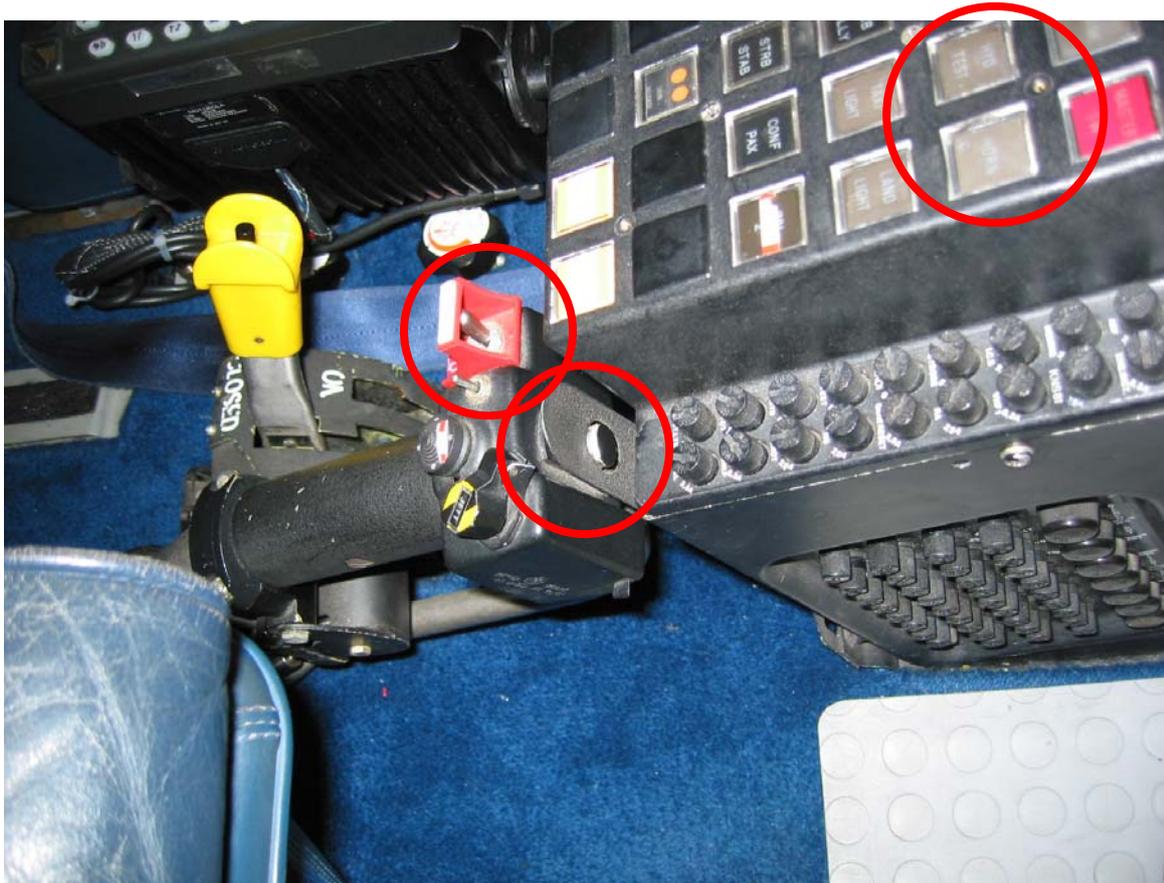
2 Beurteilung

2.1 Technische Aspekte

Damit es zu einem Abheben des Helikopters kommen kann, müssen folgende Bedingungen gegeben sein:

1. Der Einstellwinkel der Rotorblätter muss grösser sein als die Stellung *low pitch* ergibt, wenn der *collective* auf Stellung *locked* ist. Die *elastomeric trust bearings* am Starflex-Rotorkopf haben keine *load* bei ca. 7° *pitch*. Es braucht eine Kraft von ungefähr 45-50 lbs auf den *collective*, um das *elastomeric trust bearing* zusammenzudrücken und den *collective* auf *low pitch* zu fixieren. Normalerweise wird der *collective* ausserhalb des Flugdienstes im Hangar oder während des Unterhalts zur Entspannung der *elastomeric trust bearing* gelöst.
2. Der Hauptrotor muss bei der vorliegenden Abflugmasse auf annähernd Nenndrehzahl beschleunigt sein, um bei freiem *collective* ein Abheben zu ermöglichen. Ein nicht fixierter *collective* kann sich schon bei normalen, leichten Erschütterungen oder Vibrationen und bei wachsendem Widerstand der Rotorblätter während des Anlass- und Beschleunigungsvorgangs unbemerkt weiter erhöhen.

Das Einhalten der Triebwerktemperaturlimiten beim Anlass- und Beschleunigungsvorgang fordert in der Regel vom Piloten eine hohe Aufmerksamkeit. Im vorliegenden Fall kam noch eine spezielle und für den Piloten auf dieser Maschine neue Eigenheit, nämlich ein ausserordentlich stark verzögertes Beschleunigungsverhalten in der zweiten Phase dazu. Dies hat möglicherweise dazu geführt, dass die Übersicht zu eingeschränkt war, um einen nicht arretierten oder freigewordenen *collective* zu bemerken. Bei diesem erstmaligen und als nicht normal erwarteten Anlassen wurde der Leistungshahn (*debit*) mit der linken Hand zur besseren Kontrolle wahrscheinlich ohne Abstützen am *collective* voll umfasst. Dies erschwerte ein mögliches Spüren und Entdecken eines nach oben kommenden *collective*.

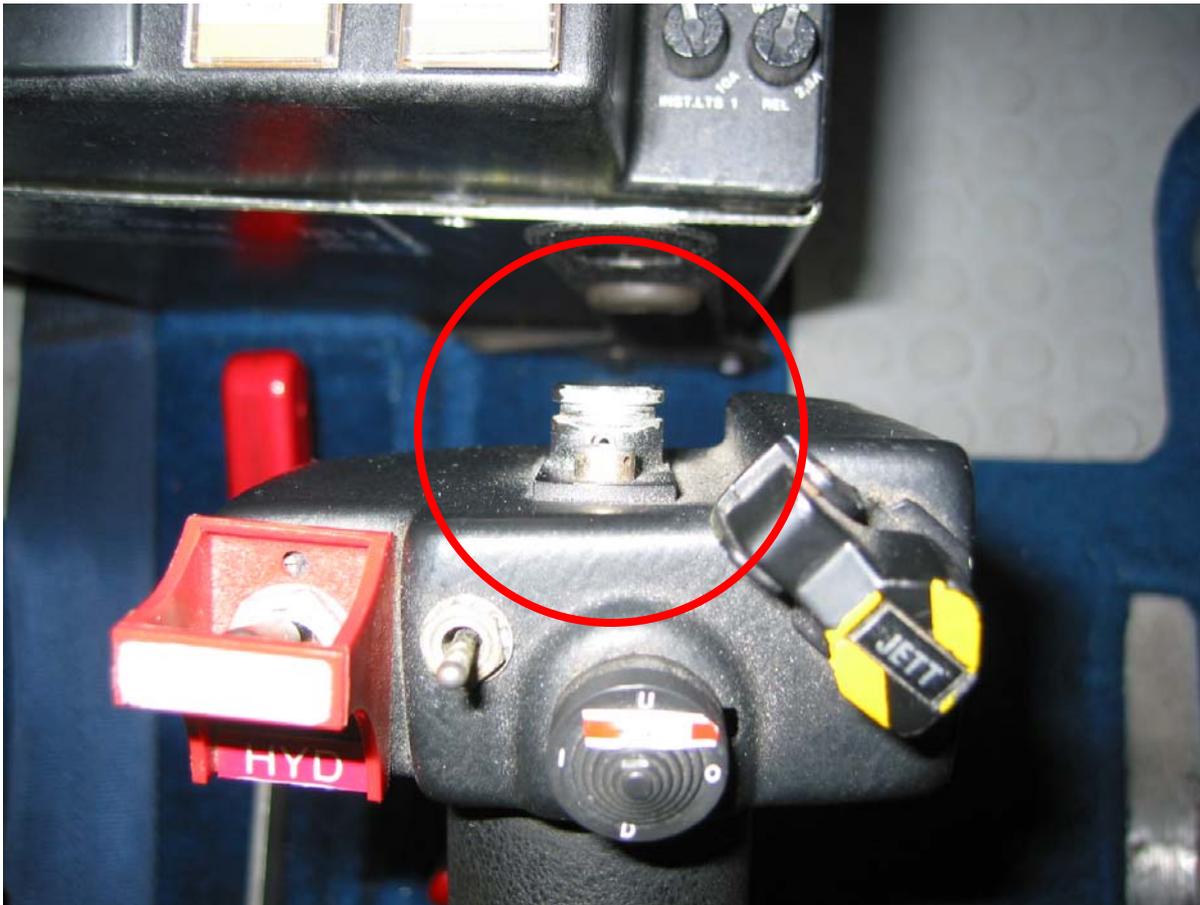


hyd press isolation switch, collective mit der Fixationslasche, pushbutton hyd test und pushbutton horn

Der *hydraulic accumulator test (console pushbutton)* und vor allem der *hydraulic pressure isolation check (collective switch)* erzeugen Druckstöße in der Steuerung. Dies kann in Verbindung mit allgemeinen Erschütterungen des Helikopters zu einem unbemerkten Aushängen des *collective* bei abgenützter oder nicht vollständig eingehängter Fixationsvorrichtung bzw. einem schnellen unbemerkten Ansteigen des *pitch* bei nicht arretiertem *collective* führen. Werden beim *hydraulic accumulator test* durch zu viele und zu grosse Steuerbewegungen die Akkumulatoren ganz geleert oder beim *hydraulic pressure isolation check* der *collective* nicht zusätzlich mit einer Hand gesichert, kann dies zu einem ungewollten Abheben führen.

Der *hyd test pushbutton* ist auf der *console* in der Nähe des spätestens vor jedem Start einzuschaltenden *horn pushbutton* des *aural warning systems* angeordnet.

Das Mass der Einrastnut des Arretierungskopfs am *collective* und der Fixationslasche als Gegenstück war in den vorgegebenen Toleranzen.



Einrastnut des Arretierungskopfs am *collective*

Die Triebwerksüberprüfung ergab keine Anzeichen einer möglichen Überdrehzahl. Der Pilot musste gemäss eigener Aussage den *debit* zuerst aus der *flight idle* Raste herausnehmen, als er ihn zurücknehmen wollte.

Das von den Piloten festgestellte und mündlich weitergegebene, aber nie im Flugreisebuch eingeschriebene, eigenartig verzögerte Beschleunigungsverhalten erklärt sich gemäss Hersteller eindeutig aus der schadhafte FCU, d.h. der Undichtheit am *non return valve*. Die periodischen Kontrollen gemäss Unterhaltsvorschriften im Bereich FCU Charakteristik hätten nach Angaben des Triebwerkherstellers diese Störungen entdecken lassen. Der Nachweis im *engine log* fehlte für diese spezifischen Kontrollen.

Die Kontrolle über den Zustand und die Fälligkeit von einzelnen Komponenten war bei drei Unterhaltsstandorten und zwei beteiligten Unterhaltsbetrieben erschwert.

Die Untersuchung in Bezug auf die ersten Aussagen über die mögliche technische Ursache des Unfalls wäre mit einem einfachen Aufzeichnungsgerät der Triebwerksdaten sehr viel effizienter und einfacher gewesen.

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

Die Fixierung des *collective* wird in der *AFM Checklist* zweimal erwähnt: Das erste Mal vor dem Anlassen in den *checks before starting the engine*, das zweite Mal zu Beginn des *hydraulic accumulator test*.

Mündliches Weitergeben von Erfahrungen und Eigenheiten einer Maschine ist wichtig, kann aber Einträge ins Flugbuch mit den notwendigen Konsequenzen nicht ersetzen.

Bestehende technische Fehlfunktionen können die Aufmerksamkeit des Piloten ausserordentlich binden, die allgemeine Übersicht einschränken und damit die Fehlerwahrscheinlichkeit erhöhen.

Die Manipulationen im Bereich des Hydrauliksystems, *hydraulic test pushbutton* und *hydraulic isolation switch*, verlangen ein bewusstes und kontrolliertes Vorgehen im Zusammenhang mit der Bedienung und Kontrolle von *cyclic* und *collective*.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

- Der Pilot besass einen Ausweis für Berufspiloten, Hubschrauber CPL(H).
- Der Helikopter war zum gewerbsmässigen Verkehr VFR bei Tag zugelassen.
- Die letzte 200h Kontrolle an der Zelle und die letzte 300h Kontrolle am Triebwerk wurden am 27.03.2002 durchgeführt.
- Nach dem letzten Flug am 29.04.02 wurden keine Beanstandungen ins Flugreisebuch eingetragen.
- Das Mass der Einrastnut des Arretierungskopfs am *collective* und der Fixationslasche als Gegenstück war in den vorgegebenen Toleranzen.
- Augenzeugen vernahmen einen aufheulenden Lärm.
- Die Inspektion der Turbine ergab keine Anzeichen einer möglichen Überdrehzahl.
- Der technische Zustand der Maschine entsprach nicht dem geforderten Standard:
 - Die *fuel control unit* – FCU zeigte verschiedene funktionelle Mängel im Testlauf.
 - Die Plombe des *NG max stop* fehlte. Der dazugehörige Eintrag ins Logbuch war nicht vorhanden.
 - Die kalendarische Limite für die Verwendung der FCU war um zwei Jahre überschritten.
 - Die *drain valve assembly* hatte die kalendarische Limite überschritten.

3.2 Ursache

Der Unfall ist auf ein unkontrolliertes Ansteigen des *collective* während des Beschleunigungsvorganges zurückzuführen. Warum der *collective* nicht eingerastet blieb bzw. war, muss offen bleiben.

Zum Unfall beigetragen haben folgende Umstände:

Die technischen Mängel der Turbine verursachten ein besonderes Anlassverhalten und banden eine erhöhte Aufmerksamkeit des Piloten.

Bern, 19. Mai 2006

Büro für Flugunfalluntersuchungen

Dieser Bericht wurde ausschliesslich zum Zwecke der Unfallverhütung erstellt. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen und schweren Vorfällen ist nicht Gegenstand der Flugunfalluntersuchung (Art. 24 des Luftfahrtgesetzes).