



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 SISI
Swiss Transportation Safety Investigation Board STSB

Schlussbericht Nr. 2353 der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

über den Unfall des Helikopters
AS 350 B3, HB-ZKF,

vom 16. Mai 2018

Rund 600 m nordöstlich des Heliports
Raron (LSER), Gemeinde Raron (VS)

Cause

L'accident est dû au fait que le pilote n'a pas remarqué que l'hélicoptère dérivait de côté lors d'un vol stationnaire effectué à l'aide de références visuelles prises sur la surface de l'eau. C'est ce qui a provoqué une collision avec une ligne à haute tension lors d'une mission de remplissage d'une benne dans un lac.

Le fait d'avoir renoncé à la présence d'une personne pouvant suivre la manœuvre au sol n'a pas permis d'avertir le pilote de la dérive.

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.

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	AS 350 B3			HB-ZKF
Halter	Air Zermatt AG, Postfach 177, 3920 Zermatt			
Eigentümer	Air Zermatt AG, Postfach 177, 3920 Zermatt			
Pilot	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1982			
Ausweis	Berufspilotenausweis für Helikopter (<i>Commercial Pilot Licence Helicopter</i> – CPL(H)) nach der Europäischen Agentur für Flugsicherheit (<i>European Aviation Safety Agency</i> – EASA), ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL)			
Flugstunden	insgesamt	2860 h	während der letzten 90 Tage	103 h
	auf dem Unfallmuster	2240 h	während der letzten 90 Tage	94 h
Ort	Steineji See, rund 600 m nordöstlich des Heliports Raron (LSER)			
Koordinaten	630 791 / 128 396 (<i>Swiss Grid</i> 1903)		Höhe	640 m/M
	N 46°18'23" E 7°50'18" (WGS ¹ 84)			
Datum und Zeit	16. Mai 2018, 10:08 Uhr			
Betriebsart	Arbeitsflug			
Flugregeln	Sichtflugregeln (<i>Visual Flight Rules</i> – VFR)			
Startort	Heliport Raron (LSER)			
Zielort	Heliport Raron (LSER)			
Flugphase	Schwebeflug			
Unfallart	Kollision mit Hindernis			
Personenschaden				
Verletzungen	Besatzungsmitglieder	Passagiere	Gesamtzahl der Insassen	Drittpersonen
Tödlich	0	0	0	0
Erheblich	1	0	1	0
Leicht	0	0	0	0
Keine	0	0	0	Nicht zutreffend
Gesamthaft	1	0	1	0
Schaden am Luftfahrzeug	Zerstört			
Drittsschaden	Hochspannungsleitung durchtrennt, Verschmutzung des Sees durch ausgelaufene Betriebsstoffe			

¹ WGS: *World Geodetic System*, geodätisches Referenzsystem. Der Standard WGS 84 wurde durch Beschluss der internationalen Zivilluftfahrtorganisation (*International Civil Aviation Organization* – ICAO) im Jahr 1989 für die Luftfahrt übernommen.

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

1.1.1 Allgemeines

Für die folgende Beschreibung von Vorgeschichte und Flugverlauf wurden in erster Linie die Aussagen des Piloten verwendet.

Es handelte sich um einen Arbeitsflug mit Aussenlast nach Sichtflugregeln.

1.1.2 Vorgeschichte

Am Mittwoch, dem 16. Mai 2018, leistete der Pilot nach vier arbeitsfreien Tagen seinen Dienst auf der Basis Raron (LSER). Am Morgen wurden mit dem Helikopter AS 350 B3, eingetragen als HB-ZKF, zwei Transportaufträge mit einer gesamten Flugdauer von rund 1:30 h durchgeführt. Im Anschluss hielt sich der Pilot auf der Basis auf und machte eine Pause von rund einer halben Stunde.

In der Folge wurde der Pilot beauftragt, einen Testflug mit einem Löschkübel nach einer erfolgten Modifizierung durchzuführen. Dabei handelte es sich um eine Eigenkonstruktion des Flugbetriebsunternehmens, die von demselben Piloten im November 2017 erstmals getestet worden war. Der Schliessmechanismus konnte elektrisch vom Cockpit aus betätigt werden und erfolgte durch ein mit Gasdruck betriebenes System, das direkt am Kübel verbaut war (vgl. Kapitel 1.3.2). Teile dieses Systems waren ursprünglich aussen auf dem Kübel angebracht, wurden dann aber aufgrund der ersten Flugversuche ins Innere verlegt. Nun ging es darum, diesen modifizierten Kübel zu testen.

Der Pilot begab sich zur HB-ZKF, an deren Lasthaken der Löschkübel über ein Gehänge von rund 8 m Länge bereits befestigt war. Dem Piloten wurden die gemachten Modifikationen erläutert und er wurde mit dem gewünschten Testprogramm beauftragt. Einerseits sollte der Schliessmechanismus durch mehrmaliges Füllen und Entleeren des Kübels getestet werden, andererseits sollte der Kübel im Vorwärtsflug auf seine Flugeigenschaften hin geprüft werden.

1.1.3 Flugverlauf

Um etwa 10 Uhr startete der Pilot alleine an Bord mit der HB-ZKF und flog zum rund 600 m nordöstlich der Basis gelegenen Steineji See, um dort das Wasser für die Tests aufzunehmen. Der Pilot wählte für die Wasseraufnahme eine Stelle im nordwestlichen Bereich dieses Baggersees (vgl. Abbildungen 1 bis 3). Er kannte diese Stelle und hatte sie schon früher mehrfach benutzt. Sie schien ihm günstig, da er so den Helikopter in Richtung Westen gegen den Wind ausrichten konnte und vor sich im Bereich des westlichen Ufers zwei Bäume als Referenz hatte. Zudem wusste er, dass der See an dieser Stelle genügend tief für das Befüllen des rund 1.2 m hohen Kübels war. Dem Piloten war die Präsenz der entlang des nördlichen Ufers verlaufenden Hochspannungsleitung bewusst. Nach seinem Empfinden war diese Leitung genügend weit entfernt. Die Hochspannungsleitung war in der Hindernisdatenbank des Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL) erfasst und auf den entsprechenden Karten bzw. in den entsprechenden elektronischen Datenbanken verzeichnet.

In der Folge tauchte der Pilot den offenen Kübel in den See, betätigte den Schliessmechanismus, zog den gefüllten Kübel aus dem Wasser und betätigte erneut den Mechanismus, um den Kübel sofort wieder zu entleeren. Diesen Ablauf wiederholte er zwei- oder dreimal ohne Probleme, wobei er das Befüllen und Entleeren des Kübels über den vorne unter dem Helikopter angebrachten Lastenspiegel überwachte.



Abbildung 1: Die vom Piloten gewählte Stelle zur Wasseraufnahme im Steineji See (roter Kreis) sowie die Position der Wrackendlage (rotes Dreieck). Die einzelnen Drähte der entlang des nördlichen Ufers verlaufenden Hochspannungsleitung sind ebenfalls sichtbar. Quelle des Luftbildes: Bundesamt für Landestopografie.



Abbildung 2: Luftaufnahme des nordwestlichen Bereichs des Steineji Sees. Die Aufnahme wurde zwei Tage nach dem Unfall gemacht.

Beim nächsten Eintauchversuch verblieb der Kübel an der Oberfläche des Sees und tauchte nicht richtig ein. Der Pilot wechselte daher von seiner normalen Sitzposition in eine nach rechts in Richtung des gewölbten Pilotenfensters (*bubble window*) geneigte Position, um durch dieses Fenster vertikal nach unten direkt auf den Kübel sehen zu können. In der Folge versuchte der Pilot, mittels lateraler und vertikaler Bewegungen des Helikopters den Kübel zum Eintauchen zu bringen, was schliesslich gelang. Der Pilot betätigte den Schliessmechanismus und erhöhte

die Leistung, um den Kübel vertikal aus dem See zu ziehen. Während er zurück auf seine normale Sitzposition wechselte und noch wahrnahm, dass der Kübel nun gleich aus dem Wasser kommen würde, nahm er einen grellen Blitz und anschliessend einen Knall wahr. Die Hauptrotorblätter hatten den untersten, am weitesten südlich liegenden Draht der Leitung am Nordufer des Sees touchiert und diesen durchtrennt. Der Helikopter begann stark zu vibrieren, drehte sich um 90° um die Hochachse nach rechts und neigte sich zur Seite. Der Pilot, der bei der Kollision mit der Leitung aus dem Sitz gehoben worden war und dabei den Kopf am Innendach angestossen hatte, liess alle Steuer los und presste sich so kompakt wie möglich in den Sitz. Kurze Zeit später prallte der Helikopter auf der Seeoberfläche auf und kam halb aus dem Wasser ragend auf der linken Seite liegend zum Stillstand (vgl. Abbildung 3).

Der Pilot befreite sich aus eigener Kraft aus dem Wrack, erreichte das nahe Ufer und alarmierte die Rettungskräfte. Er wurde in Spitalpflege gebracht.

Der Helikopter wurde zerstört. Durch den durchtrennten Draht der Hochspannungsleitung wurden einige Büsche im Bereich des Ufers in Brand gesetzt; dieser konnte durch die Feuerwehr rasch gelöscht werden.



Abbildung 3: Endlage der HB-ZKF (roter Punkt) im Steineji See, rund 600 m nordöstlich des Heliports Raron (weisser Kreis). Die Tiefe des Baggersees beträgt an der Wasseraufnahmestelle (blau gefärbt) mehrere Meter. Als horizontale Sichtreferenz dienten dem Piloten die beiden Bäume (gelbe Kreise) am westlichen Ufer.

1.2 Angaben zum Wrack

Folgende Feststellungen konnten am Wrack gemacht werden:

- Zwei der drei Hauptrotorblätter zeigten deutliche Spuren und Verformungen vom Kontakt mit dem Draht der Hochspannungsleitung;
- Die Hauptrotorblätter waren noch mit dem Hauptrotorkopf und dieser über den Rotormast mit dem Hauptrotorgetriebe verbunden;
- Das Hauptrotorgetriebe wurde aus seiner Verankerung gerissen und lag hinter dem Pilotensitz im Bereich der hinteren Sitzbank;
- Das Kabinendach, die Frontscheibe sowie die Pilotentüre wurden vom Rest der Kabine getrennt;

- Aufgrund der Spuren am Kopfteil des linken Sitzes sowie an der unteren linken Ecke des Instrumentenbrettes ist es wahrscheinlich, dass ein Hauptrotorblatt auf der Höhe des Instrumentenbretts in das Cockpit eindrang und von dort schräg aufwärts bis zum Kopfteil des linken Sitzes durch die Kabine zog;
- Der Pilotensitz samt Gurten befand sich an seiner ursprünglichen Position;
- Der Heckrotor war unbeschädigt;
- Der Heckausleger war nach unten abgeknickt und wies im vorderen oberen Bereich einschnittartige Verformungen auf, die wahrscheinlich durch den Draht der Hochspannungsleitung nach dessen Durchtrennung entstanden waren;
- Das Triebwerk wurde aus seiner Verankerung gerissen und war nur noch über die Schläuche und Leitungen bzw. Kabel mit dem Wrack verbunden;
- Der Löschkübel war über das Gehänge immer noch am Lasthaken des Helikopters befestigt.

1.3 Angaben zum Luftfahrzeug

1.3.1 Allgemeines

Bei der AS 350 B3 handelt es sich um einen einmotorigen Turbinenhelikopter mit sechs Sitzplätzen. Der Helikopter verfügt über ein Kufenlandegestell und einen konventionellen Heckrotor. Der Hauptrotor dreht von oben gesehen im Uhrzeigersinn und weist einen Durchmesser von 10.69 m auf. Die maximale Startmasse liegt bei 2250 kg, mit Aussenlast bei 2800 kg.

Die HB-ZKF wurde im Jahr 2008 gebaut und wies zum Unfallzeitpunkt rund 7684 Betriebsstunden auf. Gemäss Angabe des Piloten lagen keine technischen Einschränkungen vor und der Helikopter habe einwandfrei funktioniert. Vor dem Start zum Unfallflug hätten sich rund 230 l Treibstoff im Tank befunden, was einer möglichen Flugzeit von über einer Stunde entspricht.

Die Masse der HB-ZKF samt vollem Löschkübel lag zum Unfallzeitpunkt bei rund 2400 kg. Der Schwerpunkt befand sich innerhalb der vom Hersteller festgelegten Grenzen.

1.3.2 Ausrüstung

Die HB-ZKF war für Transportflüge mit Aussenlast mit einem Lasthaken, einem nach aussen gewölbten Fenster in der Pilotentüre (*bubble window*), einem Bodfenster sowie einem Spiegel zur Überwachung der Aussenlast ausgerüstet.

Im Cockpit befand sich ein Tabletcomputer, der während des Fluges als GPS-basiertes elektronisches Kartendarstellungsgerät verwendet wurde, sowie ein Kollisionswarngerät PowerFlarm. Letzteres warnt optisch und akustisch vor anderen, ebenfalls mit Flarm oder Transpondern ausgerüsteten Luftfahrzeugen sowie vor in der hinterlegbaren Datenbank gespeicherten Hindernissen. Im PowerFlarm der HB-ZKF war keine Hindernisdatenbank hinterlegt.

Während des Unfallfluges war ein Löschkübel mit einem Fassungsvermögen von 800 Litern über ein Gehänge von rund 8 m Länge am Lasthaken des Helikopters befestigt (vgl. Abbildungen 4 und 5).

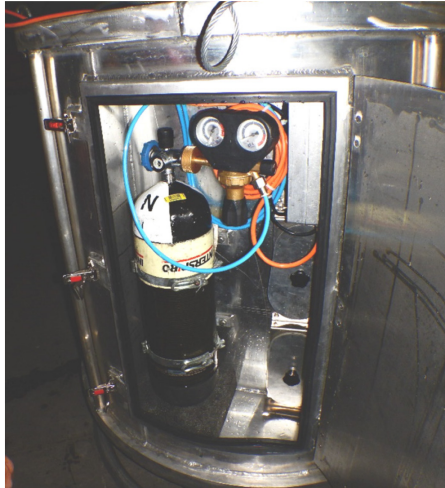


Abbildung 4: Betätigen des Schliessmechanismus des Löschkübels mittels eines Stickstoff-Druckzylinders

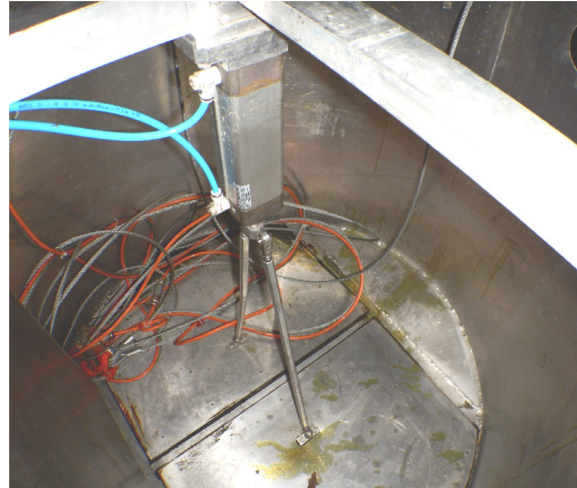


Abbildung 5: Blick von oben in den Löschkübel mit einem gasbetriebenen 2-Wege-Aktuator und Klappen

1.4 Angaben zum Piloten

1.4.1 Ausbildung

Der Pilot begann im Jahr 2009 mit der Ausbildung zum Helikopterpiloten. Im Jahr 2012 erlangte er die Berufspilotenlizenz und absolvierte die Umschulung auf das Muster AS 350 B3.

Im Jahr 2014 begann er mit der Ausbildung zum Fliegen mit Aussenlasten (*External Cargo Sling – ECS*) und hatte bis im Jahr 2016 die Stufen 1 bis 4 abgeschlossen.

Die Ausbildung zum Erlangen der Berechtigung für Feuerlöschflüge hatte er im Jahr 2015 absolviert. Auf die genauen Verfahren bei Feuerlöschflügen angesprochen, wie sie in den Betriebsverfahren des Flugbetriebsunternehmens festgehalten waren (vgl. Kapitel 1.5.2), konnte der Pilot keine detaillierten Angaben machen. Er war der Meinung, dass bei dieser Einsatzart nicht zwingend eine Person am Boden vorhanden sein müsse.

1.4.2 Erfahrung

Der Pilot war seit mehreren Jahren für das Flugbetriebsunternehmen tätig und kannte die lokalen Gegebenheiten gut. Er wies Erfahrung im Fliegen mit Aussenlasten, insbesondere auch mit Feuerlöschsystemen, auf.

Im November 2017 hatte er die ersten Testflüge mit dem ersten Prototypen des Löschkübels absolviert (vgl. Kapitel 1.1.2). Im Rahmen dieser Flüge wurden rund 110 Füllungen an der gleichen Stelle im Steineji See wie anlässlich des Unfallfluges durchgeführt.

Nach Angabe des Piloten hatte er insgesamt rund 200 Mal an dieser Stelle Wasser aufgenommen.

1.4.3 Betriebliche Aspekte

Der Pilot gab an, angesichts des Auftrages und der ihm bekannten Örtlichkeiten eine Person zur Begleitung der Aktion vom Boden aus als nicht notwendig erachtet zu haben.

Der Pilot trug normalerweise einen Helm zum Fliegen. Im vorliegenden Fall trug er einen Kopfhörer (*headset*), da sein Helm aufgrund von aufgetretenen Verständigungsproblemen in seinem Büro lag, um in die Reparatur gegeben zu werden.

Der Pilot gab an, sämtliche Gurten getragen zu haben und diese seien straff angezogen gewesen.

Weiter gab der Pilot an, dass er beim Fliegen mit Feuerlöschsystemen bevorzugt den Lastenspiegel benütze, um das Füllen und Entleeren zu überwachen. Aufgrund des relativ kurzen Gehänges müsse man sich weit ins *bubble window* lehnen, um vertikal auf das Löschgefäß unter dem Helikopter sehen zu können. Daher sei der Spiegel die angenehmere Variante.

1.4.4 Medizinische Angaben

Der Pilot war Träger eines gültigen medizinischen Tauglichkeitszeugnisses der Klasse 1. Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Beeinträchtigungen des Piloten während des Unfallfluges vor.

Der Pilot erlitt erhebliche Verletzungen: Unter anderem zog er sich am Kopf eine Rissquetschwunde mit einer offenen Schädelkalottenfraktur sowie Frakturen am zweiten und dritten Lendenwirbel zu.

Bei den nach dem Unfall durchgeführten forensisch-toxikologischen Analysen ergaben sich keine Hinweise auf den Konsum von Alkohol, Drogen, Schlaf- oder Beruhigungsmitteln.

1.5 Angaben zum Flugbetriebsunternehmen

1.5.1 Allgemeines

Die Air Zermatt wurde 1968 gegründet. Zum Zeitpunkt des Unfalls betrieb sie drei Basen in Zermatt, Raron und Gampel und wies eine Flotte von 10 Helikoptern auf. Das Unternehmen führte alle Arten von kommerziellen Flügen sowie Rettungsflüge durch und betrieb eine eigene Flugschule.

1.5.2 Betriebliche Aspekte

Das Flugbetriebsunternehmen legte die Rahmenbedingungen und die genauen Verfahren für die verschiedenen von ihm durchgeführten Tätigkeiten in sogenannten Standardbetriebsverfahren (*Standard Operating Procedures* – SOP) fest.

In Bezug auf sämtliche Flüge mit Aussenlasten war das „SOP 2 – *Sling Load Operations*“ massgebend. In Ergänzung dazu wurde spezifisch für Feuerlöschflüge das „Mini-SOP 7 Feuerlöschen“ erarbeitet und publiziert.

Im Kapitel 3 „Besatzung“ dieses Mini-SOP war unter anderem festgehalten:

„Minimale Besatzung: 1 Pilot oder gem. AFM^[2]
 1 TSOP^[3] am Aufnahmeplatz
 (Vorbereitungsplatz und/oder Wasserbezugsort)
Optionale Besatzung: TST^[4] (Feuerwehrpersonal)
[...]"

² AFM: *Aircraft Flight Manual*, Luftfahrzeugflughandbuch

³ TSOP: *Task Specialist Operator*, eine vom Flugbetriebsunternehmen beschäftigte und für die entsprechende Aufgabe ausgebildete Person mit entsprechender Ausrüstung (z.B. Helm mit integriertem Funk)

⁴ TST: *Task Specialist Third Party*, eine von einer Drittpartei stammende Person, die eine Funktion wahrnimmt, die für die entsprechende Aufgabe erforderlich ist

1.6 Meteorologische Angaben

1.6.1 Allgemeine Wetterlage

Eine flache Tiefdruckrinne erstreckte sich von der Ostsee bis zur Adria.

1.6.2 Wetter zum Zeitpunkt und am Ort des Unfalls

Der Himmel war bewölkt bis bedeckt, das Wetter trocken. Die Sicht betrug mehr als zehn Kilometer. Der Wind wehte mit drei Knoten aus Sektor West.

Wetter	1/8 – 2/8 auf 1000 ft AGL ⁵ 3/8 – 4/8 auf 6500 ft AGL 5/8 – 7/8 auf 8500 ft AGL
Sicht	mehr als 10 km
Wind	260°, 3 kt
Temperatur/Taupunkt	12 °C / 8 °C
Luftdruck (QNH)	1015 hPa (Druck reduziert auf Meereshöhe, berechnet mit den Werten der ICAO-Standardatmosphäre)
Gefahren	Keine

1.6.3 Astronomische Angaben

Sonnenstand	Azimut: 109°	Höhe: 43°
Beleuchtungsverhältnisse	Tag	

1.7 Zusätzliche Angaben

1.7.1 Schwebeflug über Wasser

Es ist bekannt, dass bei einem Schwebeflug mit einem Helikopter über Wasser aufgrund der fehlenden fixen Referenzen bzw. aufgrund der durch den Rotorabwind (*downwash*) in Bewegung versetzten Wasseroberfläche die Gefahr einer räumlichen Desorientierung (*spatial disorientation*) besteht⁶. Die Folgen dieser Desorientierung können infolge Fehlinterpretation der wahren Fluglage oder Bewegungsrichtung des Helikopters eine ungewöhnliche Fluglage (*unusual attitude*) oder eine ungewollte laterale Bewegung (*drift*) des Helikopters sein.

So beschreibt beispielsweise die referenzierte Quelle eines der beobachtbaren Phänomene wie folgt: „Another factor which may disorient the pilot is a relative motion illusion which occurs in a low-altitude hover over water. The stage for this illusion is set when the helicopter's rotor wash causes a wake in the water which radiates away from the aircraft. Perception of waves moving away from the pilot may induce a sensation of backward motion, to which the pilot may respond with incorrect control input, thus placing the aircraft in an unusual attitude.“

1.7.2 Helmtragepflicht

Als Folge des Unfalls des Helikopters HB-XXL vom 28. August 2000 (vgl. [Schlussbericht Nr. 1739](#)) wurde vom BAZL als Antwort auf die Sicherheitsempfehlung Nr. 190 das Tragen geeigneter Schutzhelme bei Lasten- und Rettungsflügen dringend empfohlen.

Zum Zeitpunkt des vorliegend untersuchten Unfalls gab es keine Helmtragepflicht.

⁵ AGL: Above Ground Level, über Grund

⁶ vgl. dazu beispielsweise: „Disorientation Phenomena in naval Helicopter Pilots, Naval Aerospace Medical Research Laboratory, Pensacola, Florida, 1974“ (www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/786370.pdf)

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

Es liegen keine Hinweise für technische Einschränkungen am Helikopter oder am Löschkübel vor, die den Unfall hätten verursachen oder beeinflussen können.

Ebenfalls gibt es keine Anhaltspunkte dafür, dass die am Löschkübel getätigten Modifikationen einen Einfluss auf dessen Eintauchverhalten hatten. Die ersten zwei oder drei Mal liess sich der Kübel wie gewünscht und wie bei den Testflügen vor der Modifikation eintauchen und füllen.

Im PowerFlarm der HB-ZKF war keine Hindernisdatenbank hinterlegt. Dies stellte grundsätzlich ein Sicherheitsdefizit dar, da damit die Möglichkeit vergeben wurde, vor in der Datenbank gespeicherten Hindernissen gewarnt zu werden. Ob der vorliegende Unfall bei Vorhandensein einer Hindernisdatenbank verhindert worden wäre, muss aufgrund der Fluggeometrie und aufgrund der Tatsache, dass das Hindernis dem Piloten ohnehin bekannt war, offenbleiben.

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

Der Flug, bei dem der Löschkübel nach den getätigten Modifikationen erneut getestet werden sollte, stellte für den Piloten einen routinemässigen Einsatz dar. Er hatte diesen Löschkübel bereits im November 2017 ausgiebig getestet und kannte daher das System und dessen korrektes Funktionieren. Es ist nachvollziehbar, dass er den nahegelegenen Steineji See als Wasseraufnahmeort wählte, wie dies auch in der Vergangenheit mehrfach der Fall gewesen war.

Vor Ort beim See angekommen wählte der Pilot für die Wasseraufnahme eine Stelle, die er kannte und die er bereits mehrfach benutzt hatte. Sie bot ihm die Möglichkeit, den Helikopter gegen den Wind auszurichten und gleichzeitig eine gute Referenz im Bereich des Ufers vor sich zu haben. Die Hochspannungsleitung war dem Piloten bekannt und lag ungefähr in einer Distanz von 30 m auf seiner rechten Seite (vgl. Abbildung 1). Angesichts seiner täglichen Erfahrung als Transportpilot im Gebirge ist nachvollziehbar, dass ihm diese Distanz als ausreichend erschien und er das Hindernis nicht als Bedrohung wahrnahm.

Der Pilot verzichtete auf eine Person am Wasseraufnahmeort, welche die Aktion vom Boden aus verfolgt. Eine solche Hilfsperson ist gemäss Mini-SOP des Flugbetriebsunternehmens für diese Einsatzart am Vorbereitungsplatz oder am Wasseraufnahmeort grundsätzlich vorgesehen (vgl. Kapitel 1.5.2). Aufgrund der oben erwähnten Punkte erscheint dieser Entscheid zwar nachvollziehbar, barg jedoch Risiken. Der Pilot verzichtete damit auf ein Sicherheitsnetz, indem diese Person ihn über Funk hätte unterstützen oder warnen können.

Die ersten zwei oder drei Füllungen mit unmittelbar anschliessendem Entleeren verliefen problemlos, wobei der Pilot das Befüllen und Entleeren über den Lastenspiegel überwachte. Dies erlaubte ihm aufgrund der Blickrichtung nach vorne, die Referenz am Ufer vor sich im Auge zu behalten. Als beim nächsten Versuch der Kübel nicht richtig eintauchte, wechselte der Pilot zur sogenannten vertikalen Referenz, indem er sich nach rechts ins gewölbte Pilotenfenster (*bubble window*) beugte, um vertikal nach unten direkt auf den Löschkübel zu schauen. Dieser direkte Blick auf den Kübel erlaubte es ihm, mittels lateraler und vertikaler Bewegungen des Helikopters den Kübel zum Eintauchen zu bringen. Durch diesen für den Piloten gewohnten Wechsel ins *bubble window* gab er jedoch die horizontale Referenz vor sich auf und blickte vertikal auf die Wasseroberfläche, die durch den Rotorabwind des Helikopters (*downwash*) in wellenförmige Bewegungen versetzt wurde. Es ist ein bekanntes Phänomen, dass beim Schweben mittels vertikaler Referenz über Wasser die Gefahr besteht, aufgrund dieser Wellenbewegungen

den Eindruck zu erhalten, dass sich der Helikopter lateral bewege (vgl. Kapitel 1.7.1). So muss auch im vorliegenden Fall der Pilot während des Fliegens mittels vertikaler Referenz aufgrund der Bewegungen der Wasseroberfläche den Eindruck erhalten haben, dass sich der Helikopter seitlich nach links bewege, weshalb er unbewusst eine Steuereingabe nach rechts ausübte.

Dies führte dazu, dass der Helikopter vom Piloten unbemerkt immer mehr nach rechts und schliesslich unter die Hochspannungsleitung driftete. Das anfängliche Aufziehen des gefüllten Kübels erfolgte noch unter vertikaler Referenz. Unmittelbar nach dem Wechsel in die normale Sitzposition, die dem Piloten aufgrund des Blickes nach vorne das Abdriften nach rechts bzw. das Verlassen der ursprünglich fixierten Referenz vor ihm bewusstgemacht hätte, erfolgte die Kollision mit der Leitung.

Es darf davon ausgegangen werden, dass eine Person am Wasseraufnahmeort das seitliche Abdriften des Helikopters wahrgenommen und in der Folge den Piloten über Funk gewarnt hätte.

Obwohl der Pilot nach seiner Angabe die Gurten straff angezogen hatte, wurde er bei der Verzögerung aufgrund der Kollision mit der Leitung aus dem Sitz gehoben, so dass er den Kopf am Innendach anstiess und erheblich verletzt wurde. Hier hätte das Tragen eines Helmes mit grosser Wahrscheinlichkeit die aufgetretenen Verletzungen vermindert.

Als Folge der Kollision wurde der Helikopter unkontrollierbar und der Absturz unvermeidbar. Der Ausgang des Unfalls war ab diesem Zeitpunkt zufällig. Der Pilot reagierte intuitiv, indem er sich möglichst kompakt in den Sitz presste und den Aufprall abwartete. Die Zerstörungen am Wrack zeigen, dass die Verletzungen des Piloten auch deutlich schwerer hätten ausfallen können.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Der Helikopter war zum Verkehr nach Sichtflugregeln zugelassen.
- Sowohl Masse als auch Schwerpunkt des Helikopters befanden sich zum Unfallzeitpunkt innerhalb der gemäss Luftfahrzeugflughandbuch zulässigen Grenzen.
- Es liegen keine Hinweise für technische Einschränkungen am Helikopter oder am Löschkübel vor, die den Unfall hätten verursachen oder beeinflussen können.

3.1.2 Pilot

- Der Pilot besass die für den Flug notwendigen Ausweise.
- Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Beeinträchtigungen des Piloten während des Unfallfluges vor.
- Der Pilot kannte die lokalen Gegebenheiten und insbesondere den Ort der Wasseraufnahme gut.
- Die Hochspannungsleitung war ihm bekannt.
- Der Pilot trug keinen Helm.

3.1.3 Flugverlauf

- Der Pilot startete alleine an Bord vom Heliport Raron (LSER), um den Löschkübel nach getätigten Modifikationen zu testen.
- Er wählte für die Wasseraufnahme eine Stelle im nordwestlichen Bereich des Steineji Sees, rund 600 m nordöstlich des Heliports.
- Er richtete den Helikopter gegen den Wind und hatte vor sich im Bereich des Ufers zwei Bäume als Referenz im Sichtfeld.
- Die Hochspannungsleitung befand sich in einer Distanz von ungefähr 30 m auf seiner rechten Seite.
- Die ersten zwei oder drei Füllungen mit unmittelbar anschliessendem Entleeren verliefen problemlos, wobei der Pilot das Befüllen und Entleeren über den Lastenspiegel überwachte.
- Beim nächsten Versuch tauchte der Kübel nicht richtig ein. Der Pilot wechselte zu vertikaler Referenz, indem er sich nach rechts ins gewölbte Pilotenfenster (*bubble window*) beugte, um vertikal nach unten direkt auf den Löschkübel zu schauen.
- Mittels lateraler und vertikaler Bewegungen des Helikopters versuchte er, den Kübel zum Eintauchen zu bringen, was schliesslich gelang.
- Vom Piloten unbemerkt driftete der Helikopter in dieser Phase rund 30 m nach rechts unter die Hochspannungsleitung.
- Beim Aufziehen des gefüllten Kübels kollidierten die Hauptrotorblätter mit der Leitung.
- Der Helikopter wurde unkontrollierbar und stürzte ab.
- Der Pilot wurde erheblich verletzt.
- Der Helikopter wurde zerstört.

3.1.4 Rahmenbedingungen

- Das Wetter hatte keinen Einfluss auf den Unfallverlauf.
- Es gibt keine Hinweise darauf, dass die am Löschkübel getätigten Modifikationen einen Einfluss auf dessen Eintauchverhalten hatten.
- Die Standardbetriebsverfahren des Flugbetriebsunternehmens sahen vor, dass bei Feuerlöscheinsätzen mindestens eine Person am Boden zur Begleitung und Überwachung des Betriebs eingesetzt wurde.
- Der Pilot verzichtete auf den Einsatz einer Person am Wasseraufnahmeort.

3.2 Ursachen

Der Unfall, bei dem ein Helikopter während der Wasseraufnahme in einem See mit einer Hochspannungsleitung kollidierte, ist darauf zurückzuführen, dass der Pilot während des Schwebefluges mittels vertikaler Referenz auf die Wasseroberfläche nicht bemerkte, dass der Helikopter zur Seite driftete.

Durch den Verzicht auf eine Person, die den Betrieb vom Boden aus verfolgt, wurde die Möglichkeit, den Piloten zu warnen, vergeben.

4 Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem Unfall getroffene Massnahmen

4.1 Sicherheitsempfehlungen

Im vorliegend untersuchten Unfall hätte das Tragen eines Helmes mit grosser Wahrscheinlichkeit die aufgetretenen Verletzungen vermindert. Die Tatsache, dass der Helm ein wichtiger Schutz bei überlebenden Helikopterunfällen darstellt ist seit langem bekannt und wurde bereits mit der Sicherheitsempfehlung Nr. 402 des damaligen Büros für Flugunfalluntersuchungen (BFU) im [Schlussbericht Nr. 2001](#) über den Unfall des Helikopters Eurocopter AS365 N3 „Dauphin“, eingetragen als HB-XQS, vom 5. März 2006, aufgegriffen:

«Sicherheitsempfehlung Nr. 402

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sollte für alle im Cockpit eines Helikopters mitfliegenden Personen die Verwendung eines Helms vorschreiben, der einen Schutz vor Verletzungen bietet.»

Die Schutzwirkung eines Helms ist unbestritten. Die Sicherheitsempfehlung Nr. 402 ist nach wie vor nicht umgesetzt. Deshalb verzichtet die SUST auf eine erneute Empfehlung in dieser Sache.

4.2 Sicherheitshinweise

Keine

4.3 Seit dem Unfall getroffene Massnahmen

Keine

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, 7. März 2019

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle