



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. 2290 der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

über den Unfall des Flugzeuges
Maule MX-7-235, HB-KDF,

vom 18. Juli 2015

Flugplatz Münster (LSPU) / VS

Causes

L'accident est dû à une perte de contrôle lors d'une remise de gaz avec une configuration inadéquate de l'avion.

Bien que n'ayant pas joué de rôle dans la survenue et le déroulement de l'accident, l'enquête a néanmoins identifié le facteur suivant présentant un risque pour la sécurité (*factor to risk*) :

- dans la partie supérieure de la cabine, les câbles de commande d'aileron se déplaçaient en dehors de deux poulies de guidage.

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 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 Flugunfalluntersuchung. 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.

Schlussbericht

Luftfahrzeugmuster	Maule MX-7-235	HB-KDF		
Halter	Segelfluggruppe Winterthur, 8400 Winterthur			
Eigentümer	Segelfluggruppe Winterthur, 8400 Winterthur			
Pilot	Schweizer Bürger, Jahrgang 1959			
Ausweis	Privatpilotenlizenz für Flugzeuge (<i>Private Pilot License Aeroplane – PPL(A)</i>) nach der Europäischen Agentur für Flugsicherheit (<i>European Aviation Safety Agency – EASA</i>), ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL)			
Flugstunden	insgesamt	1571 h	während der letzten 90 Tage	20 h
	auf dem Unfallmuster	353 h	während der letzten 90 Tage	5 h
Ort	Flugplatz Münster (LSPU) / VS			
Koordinaten	663175 / 148305	Höhe	1342 m/M	
Datum und Zeit	18. Juli 2015, 10:57 Uhr			
Betriebsart	Sichtflugregeln (<i>Visual Flight Rules – VFR</i>), privat			
Flugphase	Durchstart			
Unfallart	Kontrollverlust			
Personenschaden				
Verletzungen	Besatzungsmitglieder	Passagiere	Gesamtzahl der Insassen	Drittpersonen
Tödlich	0	0	0	0
Erheblich	0	1	1	0
Leicht	1	2	3	0
Keine	0	0	0	Nicht zutreffend
Gesamthaft	1	3	4	0
Schaden am Luftfahrzeug	Zerstört			
Drittschaden	Geringer Flurschaden			

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

1.1.1 Allgemeines

Die folgende Beschreibung von Vorgeschichte und Flugverlauf basiert auf den Aussagen des Piloten und von Augenzeugen sowie den Aufzeichnungen der Flugsoftware Skymap auf dem Tablet-Computer des Piloten und des Motorenüberwachungsinstrumentes vom Typ EDM 700.

1.1.2 Vorgeschichte

Die Segelfluggruppe Winterthur setzte das Flugzeug Maule HB-KDF häufig während des Segelfluglagers Münster als Schleppflugzeug ein. Der Pilot nahm seit vielen Jahren an diesem Lager teil. Meistens wurde er zwei Wochen als Schlepppilot eingesetzt, was auch für 2015 so geplant war.

Da der Pilot seit dem Segelfluglager 2014 nicht mehr mit diesem Flugzeugmuster geflogen war, absolvierte er am 2. Juli 2015 mit einem Fliegerkollegen einen Trainingsflug mit ein paar Landungen auf der Maule. Sie wurden dabei von einem Piloten der Segelfluggruppe Winterthur als *safety pilot* begleitet. Anlässlich dieses Trainingsfluges wurden keine Durchstartmanöver geübt.

Dieses Jahr war er seit dem 11. Juli 2015 in Münster und führte zusammen mit einem Kollegen die Schleppflüge aus.

Beim Flug, bei dem sich der Unfall ereignete, handelte es sich um einen Alpenrundflug mit drei Passagieren.

1.1.3 Flugverlauf

Der Start mit dem Flugzeug Maule MX-7-235, eingetragen als HB-KDF, erfolgte auf der Piste 05 des Flugplatzes Münster (LSPU). Zu diesem Zeitpunkt herrschte ein schwacher Wind von etwa 5 kt talabwärts.

Nach einem eineinhalbstündigen Rundflug flog das Flugzeug in den linken Gegenanflug auf die Piste 23 ein. Der Pilot nahm den starken Wind wahr, der zwischenzeitlich aufgekommen war. Er entschied sich für einen Anflug mit voll ausgefahrenen Landeklappen. Beim Abflachen, etwa einen halben Meter über der Piste, wurde das Flugzeug von einer heftigen Böe erfasst. Dabei wurde der linke Flügel angehoben und das Flugzeug an den rechten Pistenrand getrieben.

Darauf setzte der Pilot Volleistung und leitete einen Durchstart ein. In dieser Phase wurde das Flugzeug nach Angaben des Piloten weiter nach rechts gedreht (vgl. Abbildung 1). Er versuchte, dieser Drehung mit der Flugsteuerung entgegenzuwirken, was ihm aber nicht gelang. Der Pilot fuhr die Landeklappen um eine Stufe ein. Es gelang ihm nicht mehr, sie ganz einzufahren. Als die Flugrichtung ungefähr quer zur Talachse verlief, nahm die Rückenwindkomponente zu. Danach drehte das Flugzeug weiter talaufwärts. Die vom Piloten geschätzte maximale Höhe betrug ungefähr 80 Meter über Grund. Der Pilot realisierte, dass eine Kollision mit dem ansteigenden Gelände nicht mehr zu verhindern war, und versuchte den Aufprall so gut wie möglich aufzufangen. Im letzten Moment vor dem Aufprall schaltete er den Batterie Hauptschalter aus.

Das Flugzeug berührte den Boden zuerst mit dem rechten Flügel, überschlug sich und blieb auf der Seite liegen.

Der Pilot und die beiden Passagiere auf den hinteren Sitzen konnten leicht verletzt selber aus dem Wrack klettern. Der Passagier vorne rechts musste von den Rettungskräften aus dem Wrack befreit werden. Es brach kein Feuer aus.

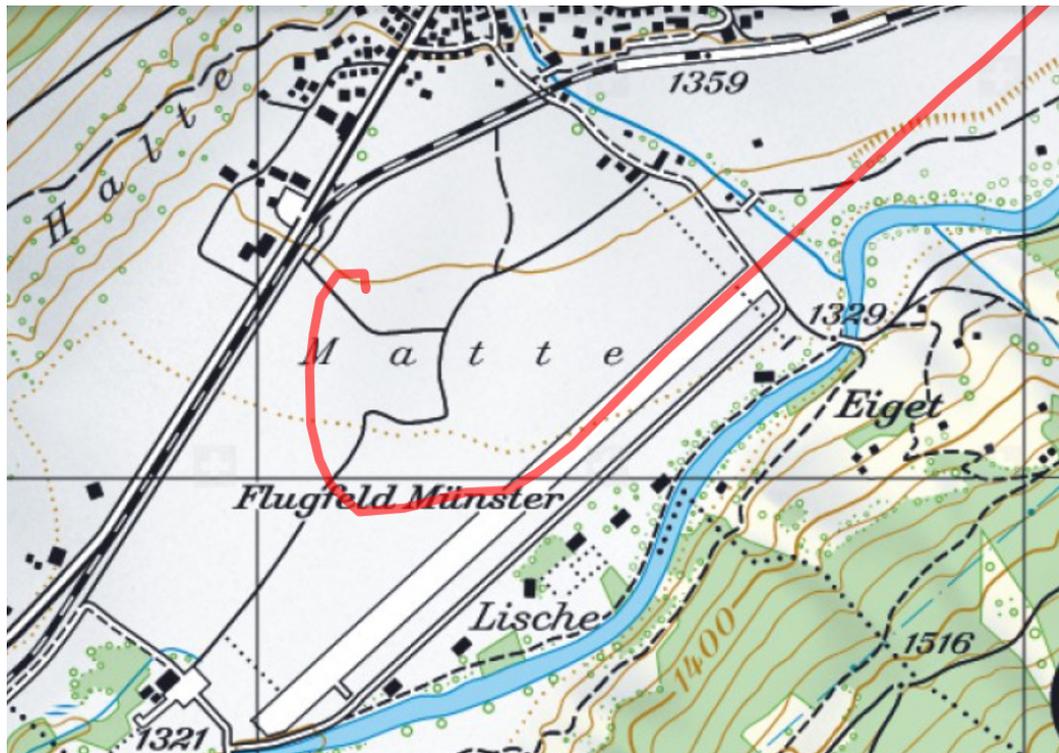


Abbildung 1: Letzte Phase des Flugwegs der HB-KDF (rot) gemäss den Aufzeichnungen der Software Skymap auf dem Tablet. Karte reproduziert mit der Bewilligung des Bundesamtes für Landestopografie Swisstopo (JA150149).

1.2 Meteorologische Angaben

1.2.1 Allgemeine Wetterlage

Der Alpenraum befand sich in einem weit offenen Warmsektor mit südwestlicher Höhenströmung. Darin erstreckte sich eine Konvergenzlinie vom Massif Central über den Jura und Süddeutschland bis nach Polen.

1.2.2 Wetter zum Zeitpunkt und am Ort des Unfalls

Entlang dieser Konvergenz entstanden am frühen Samstagmorgen zwei Gewitterherde, die nach Nordosten zogen und Niederschläge auslösten. Die höchsten Regensummen von bis zu 40 mm wurden entlang des Jurasüdfusses gemessen.

Die zweite Niederschlagszone verlief in Richtung Nord-Süd und reichte um 11 Uhr vom Zentralwallis bis zu den Vogesen. Die Turbulenz im Umfeld des Flugplatzes Münster beruhte auf dem Zusammenwirken mehrerer Faktoren. Eine wesentliche Rolle spielte das Einsetzen des Niederschlags im Westen und Nordwesten des Goms. Dies bewirkte eine Zunahme der Turbulenz im Talquerschnitt und in der Folge eine gegen die ursprüngliche bodennahe Windrichtung im Goms verlaufende Strömung.

Wetter	bewölkt und trocken
Wolken	8/8 Altostratus auf rund 4500 m/M
Sicht	60 km
Wind	starker böiger Wind talaufwärts mit Böenspitzen bis zu 30 kt

	Temperatur/Taupunkt	18 °C / 9 °C	
	Luftdruck QNH	1023 hPa	
	Gefahren	Böen	
1.2.3	Astronomische Angaben		
	Sonnenstand	Azimut: 115°	Elevation: 49°
	Beleuchtungsverhältnisse	Tag	
1.2.4	Wetter gemäss Beobachtungen von Augenzeugen		
	Gemäss Aussagen von Fliegerkollegen war der Himmel zum Unfallzeitpunkt bedeckt, die Sicht war jedoch gut und es fiel kein Niederschlag. Es herrschte ein recht starker böiger Wind talaufwärts. Auf Grund dieser aussergewöhnlichen Windverhältnisse haben die Kollegen den Anflug der HB-KDF genauer beobachtet.		
1.3	Angaben zum Luftfahrzeug		
1.3.1	Allgemeines		
	Charakteristik	Vierplätziges, einmotoriges Schulterdecker-Flugzeug mit Festfahrwerk und Heckrad	
	Hersteller	Maule Air Inc., Moultrie, Georgia, USA	
	Baujahr	1992	
	Triebwerk	Lycoming IO-540-W1A5D Luftgekühlter Vierzylinder-Boxermotor, Werknummer L-28075-48A, Baujahr 1992, Nennleistung 175 kW (235 HP) bei 2400 RPM	
	Betriebsstunden	Zelle: 3304 h (TSN ¹) Triebwerk: 3224 h (TSN)	
	Höchstzulässige Abflugmasse	1134 kg	
	Masse und Schwerpunkt	Sowohl Masse als auch Schwerpunkt befanden sich innerhalb der gemäss Luftfahrzeugflughandbuch zulässigen Grenzen.	
	Technische Einschränkungen	Keine	
	Treibstoffqualität zum Unfallzeitpunkt	Gemäss Analyse entsprach der Treibstoff den Spezifikationen für Flugbenzin AVGAS 100LL.	
	Treibstoffvorrat	Der Treibstoffvorrat bei der Landung betrug 77 Liter.	
	Lufttüchtigkeits-Folgezeugnis	Ausgestellt durch das BAZL am 5. September 2014	
	Einsatzart	Privat VFR ² bei Tag und bei Nacht, Segelflugzeug-Schleppflüge	

¹ TSN: *time since new*, Betriebsstunden seit Herstellung

² VFR: *visual flight rules*, Sichtflugregeln

1.3.2 Instandhaltung des Flugzeuges

Die Instandhaltungsarbeiten wurden durch einen zertifizierten Betrieb durchgeführt.

Die letzte 100-h-Kontrolle wurde am 18. Dezember 2014 bei 3203:56 Betriebsstunden der Zelle bescheinigt. Gemäss *work report* 1411-480 P4 wurden anlässlich dieser Kontrolle die linken und rechten Steuerseile der Querrudersteuerung vorne und im Flügel ersetzt und eingestellt.

Die letzte 50-h-Kontrolle wurde am 21. Mai 2015 bei 3251:16 Betriebsstunden der Zelle bescheinigt.

1.3.3 Angaben zur Bedienung der Landeklappen

Im Luftfahrzeugflughandbuch (*Aircraft Flight Manual – AFM*) stehen zum Einsatz der Landeklappen folgende Hinweise:

„3.3 Normal Flight Operations:

A. Flap Settings

The following Flap Settings are available:

<i>Flap Configuration</i>	<i>Flap Handle Position</i>	<i>Flap Position</i>
<i>Cruise</i>	<i>Handle Full Down</i>	<i>-7°</i>
<i>Flaps Up</i>	<i>First Notch</i>	<i>0°</i>
<i>Takeoff</i>	<i>Second Notch</i>	<i>24°</i>
<i>Landing</i>	<i>Third Notch</i>	<i>40°</i>
<i>Landing</i>	<i>Fourth Notch</i>	<i>48°</i>

B. Recommended Flap Settings:

Flap settings are given in number of notches above the fully retracted position, which is handle full down (Normal -7°).

[...]

Normal Takeoff – Second Notch (24°)

Normal Climb – First Notch (0°)

Best Angle of Climb – Second Notch (24°)

Cruise – Fully retracted (-7° / no notches or 0° / 1st notch)

Landing – Normally Fourth Notch (48° / full flaps) – other positions optional“

Zur Problematik von Seitenwindlandungen findet sich folgender Abschnitt im AFM:

„F. Crosswind Landings and Takeoffs:

Maximum demonstrated crosswind component is 12 kt (14 MPH) and flap extension should be limited to 0° (one notch) or -7° (handle full down) with such crosswind or higher. 12 kt (14 mph) is the maximum demonstrated for certification of the airplane and is not considered limiting with flaps at 0°.“

Das AFM empfiehlt bei Seitenwind eine Landeklappenstellung von 0° oder -7°. Die maximale Seitenwindkomponente, die für dieses Flugzeug im Rahmen der Zertifizierung erfliegen wurde, beträgt 12 kt.

Das Verfahren für einen Durchstart ist im AFM nicht beschrieben.

Ein Durchstart mit vollständig ausgefahrenen Landeklappen ist anspruchsvoll, weil durch die Erhöhung der Motorleistung ein grosses Moment in Richtung *nose up* auftritt, das mit grossem Steuerdruck am Höhensteuer kompensiert werden muss, damit das Flugzeug nicht in eine extreme Steigfluglage übergeht. Wenn dieses Manöver beidhändig geflogen wird, ist zum Einfahren der Klappen ein Handwechsel nötig und das Steuerhorn muss einhändig mit der linken Hand bedient werden.

Im Rahmen des Trainingsfluges vom 2. Juli 2015 haben die beiden Piloten auch den Einsatz der Landeklappen mit dem *safety pilot* besprochen. Er habe dabei gesagt, dass er die HB-KDF nahezu immer mit voll ausgefahrenen Landeklappen lande. Auf Grund dieser Äusserung hatte der Pilot beim Unfallflug diese Stellung gewählt, obwohl er sich des herrschenden starken Windes bewusst war.

1.4 Angaben zu Personen

1.4.1 Begleitender Pilot

Der Pilot, der die beiden Schlepppiloten auf dem Trainingsflug in Winterthur begleitete, hatte keine Fluglehrerberechtigung. Er war aber mit dem Flugzeug und den örtlichen Verhältnissen auf dem Flugplatz gut vertraut und daher wurde entschieden, dass er als *safety pilot* jeden Piloten auf einen kurzen Flug begleitet, primär um einige Landungen zu machen. Die Segelfluggruppe Winterthur verlangt von ihren Schlepppiloten, dass sie Anfang Saison drei Landungen mit dem Flugzeugmuster Maule ausführen.

Der *safety pilot* bestätigte, dass er normalerweise mit voll ausgefahrenen Landeklappen lande. Er war sich aber der Problematik von Seitenwindlandungen durchaus bewusst und gab an, dass in diesem Fall mit eingefahrenen Landeklappen gelandet werden sollte. Er sagte ebenfalls aus, dass ein Durchstart mit voll ausgefahrenen Landeklappen ein sehr anspruchsvolles Manöver sei, da das Flugzeug in diesem Fall die Tendenz habe, sich aufzubäumen. Um dem entgegenzuwirken, brauche es eine grosse Kraft und das Steuerhorn müsse mit beiden Händen nach vorne gedrückt werden.

1.5 Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle

1.5.1 Unfallstelle und Aufprall

Die Unfallstelle befand sich etwa 350 Meter nordöstlich der Pistenmitte. Die ersten Aufschlagspuren lagen 42 Meter vor der Endlage des Wracks.

1.5.2 Wrack



Abbildung 2: Endlage des Wracks

Am Wrack wurden unter anderem die folgenden Feststellungen gemacht:

- Die Bauch- und die Schultergurten wurden getragen. Der Schultergurtmechanismus des vorderen linken Sitzes hielt den Beanspruchungen nicht stand und wurde aus der Rohrkonstruktion des Rumpfvorderteils herausgerissen. Dadurch wurde der Pilot an einem Ohr verletzt.
- Die beiden Flügel waren vom Rumpf teilweise losgerissen und lagen übereinander oberhalb der Rumpfoberseite. Die vorgefundene Position der Landeklappe des rechten Flügels war im Bereich von etwa 24° ausgefahren. Die Position der Landeklappe des linken Flügels war bei 0°. Auf Grund von Spuren am Rumpf hat sich diese Position während dem Aufschlag verändert.
- Der Betätigungshebel der Landeklappen wurde in der Stellung – 7° vorgefunden. Möglicherweise wurde dieser bei der Bergung der Insassen in diese Stellung bewegt.
- Die Höhenruder-Trimmanzeige war im vorderen Bereich (*nose down*).
- Die Stellung des Tankwählschalters konnte auf Grund des Zerstörungsgrades nicht mehr ermittelt werden.
- Ein Propellerblatt hatte sich im Boden eingegraben und ein Propellerblatt war verbogen. Das dritte Propellerblatt wies nur unbedeutende Beschädigungen auf.
- Der Zündschalter war ausgeschaltet.
- Die elektrischen Schalter am Instrumentenbrett inklusive des Batterie Hauptschalters waren ausgeschaltet.
- Die Einstellhebel für die Leistung, die Propellerdrehzahl und die Gemischregulierung waren alle gestossen, d.h. im jeweils maximalen Bereich.
- Der automatische Notsender (*Emergency Locator Transmitter – ELT*) befand sich in der Stellung ARMED und war ausgelöst worden.
- Im oberen Bereich der Kabine waren die Steuerseile der Querrudersteuerung neben zwei Umlenkrollen geführt.

1.6 Untersuchung der Querrudersteuerung

1.6.1 Auslegung der Seilführung

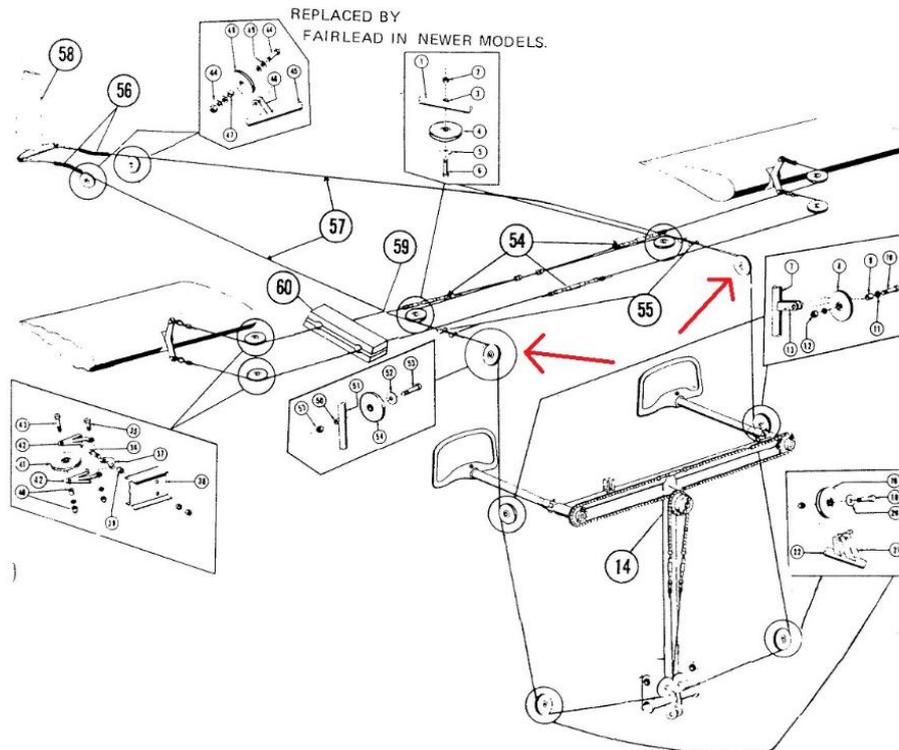


Abbildung 3: Schematische Darstellung der Seilführung. Die roten Pfeile bezeichnen die beiden Umlenkrollen mit fehlerhaft geführten Steuerseilen.

Die Steuerseile werden von den beiden Steuerhörnern über einen Kettenantrieb bewegt. Im Bereich des hinteren Kabinendachs werden die beiden Steuerseile zusammengespleisst und mit den Steuerseilen, die zu den Querrudern führen, verbunden. Die Führung der beiden Steuerseile bis zur Spleisstelle erfolgt links und rechts innerhalb der Kabine über je fünf Umlenkrollen.

1.6.2 Festgestellte Mängel an der Seilführung

Nach dem Unfall wurde festgestellt, dass die Steuerseile ausserhalb der Rollenseilführungen, zwischen den Umlenkrollen (vgl. Abbildung 3, 4 und 5) und der Rohrkonstruktion der Kabinenstruktur, montiert waren. An den Distanzscheiben der beiden Umlenkrollen wurde anhand von Scheuerspuren festgestellt, dass das Steuerseil der Querruder während einer längeren Betriebszeit ausserhalb der Rollenseilführung gelaufen war.



Abbildung 4: Steuerseil ausserhalb der Umlenkrolle vorne oben links



Abbildung 5: Steuerseil ausserhalb der Umlenkrolle vorne oben rechts

Die Steuerseile bewegten sich bei den Steuerausschlägen während rund 100 Flugstunden über die beiden Rohrhülsen, an denen die Umlenkrollen montiert waren. Der Durchmesser dieser Hülsen betrug etwa 20 mm. An beiden Rohrhülsen konnte eine 2 mm tiefe Nut festgestellt werden. Die beiden Steuerseile waren an dieser Stelle stark deformiert, abgenützt und wiesen Drahtbrüche auf (vgl. Abbildung 6 und

Abbildung 7).



Abbildung 6: Beschädigtes Steuerseil im Bereich der Umlenkrolle vorne oben links



Abbildung 7: Beschädigtes Steuerseil im Bereich der Umlenkrolle vorne oben rechts

1.6.3 Auswechseln der Querruder-Steuerseile beim Instandhaltungsbetrieb

Gemäss Aussagen des Instandhaltungsbetriebes wechselte dieser die Steuerseile anlässlich der 100-h-Kontrolle vom 18. Dezember 2014 aus. Der Betrieb ist auch der Meinung, dass der vorgefundene Mangel während dieser Arbeiten entstanden ist.

Auf Grund der erschwerten Zugänglichkeit ist das Auswechseln der Steuerseile beim Flugzeug Maule MX-7-235 eine aufwendige und anspruchsvolle Arbeit. Das neue Seil wurde mit einem Einziehband eingezogen. Da nicht alle Rollen frei einsehbar sind, muss der korrekte Einzug in die jeweilige Umlenkrolle mit den Fingern kontrolliert werden.

Nach dem Einziehen wurden die Anschlusskauschen gespleisst und die Spannschlösser montiert. Die Freigängigkeit der Seilführung wurde laufend kontrolliert. Nachdem alle Seile montiert worden waren, wurden die Seilspannungen eingestellt (*rigging*) und die Funktion der Querrudersteuerung überprüft. Wie üblich nach einem Seilwechsel wurde die Seilspannung etwas höher, das heisst an der oberen Toleranzgrenze eingestellt.

1.6.4 Betrieb des Flugzeuges nach dem Seilwechsel

Im anschliessenden Prüfflug übernahm der technische Pilot des Halters das Flugzeug als einsatzbereit. Er bemerkte jedoch einen leicht erhöhten Widerstand der Querrudersteuerung. In Absprache mit dem Instandhaltungsbetrieb wurde dieser als eine nach einem Seilwechsel übliche, an der oberen Toleranzgrenze eingestellte Seilspannung akzeptiert.

Das Flugzeug wurde anschliessend während 50 Stunden ohne Beanstandungen bezüglich Querrudersteuerung geflogen. Der leicht erhöhte Widerstand der Querrudersteuerung wurde von den Piloten bemängelt, so dass der Instandhaltungsbetrieb die Seilspannung bei der folgenden 50-h-Kontrolle in die Mitte der zugelassenen Toleranz zurücknahm. In der Folge wurden von den Piloten keine Bemerkungen bezüglich Freigängigkeit der Querruder mehr geäussert.

Ein weiterer Schlepppilot, der in den Tagen vor dem Unfall in Münster mit der HB-KDF geflogen war, stellte keine Beeinträchtigung der Steuerbarkeit des Flugzeuges fest.

1.7 Datenaufzeichnungssystem

Das Flugzeug war mit einem Motorenüberwachungssystem (*engine data monitoring system*) vom Typ EDM 700 ausgerüstet.

Aus dem EDM konnten die Triebwerkdaten bis zum Unfall ausgelesen werden. In den Daten wurden keine Anomalitäten der Triebwerkparameter festgestellt. Insbesondere waren die Triebwerkparameter beim Start zum Unfallflug nahezu identisch mit den Werten beim anschliessenden Durchstart.

Daraus kann geschlossen werden, dass die normale Motorleistung auch für den Durchstart zur Verfügung stand.

In den letzten 2 Sekunden vor dem Aufprall hat das EDM einen Abfall von Drehzahl und Abgastemperatur aufgezeichnet. Dies deutet darauf hin, dass der Pilot die Motorleistung reduziert oder den Motor abgestellt hat, als die Bruchlandung unvermeidlich wurde.

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

2.1.1 Allgemeines

Es liegen, abgesehen von der Führung der Steuerseile der Querruder, keine Anhaltspunkte für vorbestehende technische Mängel vor, die den Unfall hätten verursachen oder beeinflussen können.

2.1.2 Führung der Querruder-Steuerseile

Es kann davon ausgegangen werden, dass der volle Steuerausschlag der Querruder gewährleistet war.

Die HB-KDF wurde während rund 100 Stunden mit nicht korrekt geführten Steuerseilen des Querruders geflogen. Die Piloten bemerkten zwar eine leicht erhöhte Friktion, dies wirkte sich aber offensichtlich nicht auf die Steuerbarkeit des Flugzeuges aus.

2.2 Flugverlauf und Flugtaktik

Der Pilot nahm auf dem Gegenanflug den starken Wind wahr, der zwischenzeitlich aufgekommen war. Er entschied sich zu einem Anflug mit voll ausgefahrenen Landeklappen auf die Piste 23. Die Wahl der Konfiguration basierte gemäss Angaben des Piloten auf seinen Erfahrungen anlässlich des vorgängigen Trainingsfluges.

Vor dem Anflug auf den Flugplatz Münster setzte im Westen und Nordwesten des Goms Regen ein.

Niederschlag, der in eine trockene Luftmasse fällt, verdunstet zum Teil und kühlt die Luft ab. Die Intensität des Niederschlags und die Abkühlung führen zu kleinräumigen Dichteunterschieden. Sie begünstigen eine turbulente Durchmischung der Talatmosphäre. In der Folge nimmt die Böigkeit zu. Im Zusammenwirken mit der komplexen Topografie widerspiegelt diese die Variation des Windfeldes in drei Dimensionen.

Dabei können sich unvermittelt beträchtliche vertikale und laterale Komponenten der Luftbewegung ergeben, die erheblich von den Bedingungen eines mittleren Windfeldes abweichen.

Durch das volle Ausfahren der Landeklappen auf Stellung 48° kann das Flugzeug langsamer geflogen werden. Allerdings macht die grosse Fläche der Landeklappen das Flugzeug deutlich empfindlicher auf Böen und mit der reduzierten Geschwindigkeit vor dem Aufsetzen ergibt sich eine wesentlich kleinere Wirksamkeit der Querruder.

Gemäss AFM wird daher empfohlen, bei Seitenwind mit Landeklappenstellung 0° oder -7° zu landen.

Kurz vor dem Aufsetzen wurde das Flugzeug von einer heftigen Böe erfasst. Dabei wurde der linke Flügel angehoben und das Flugzeug an den rechten Pistenrand getrieben. Der Pilot entschied sich deshalb für einen Durchstart, was der Situation angepasst war.

Ein Durchstart mit der Maule MX-7 ist ein anspruchsvolles Flugmanöver. Durch die hohe Motorleistung entstehen grosse Momente um die Hoch- und die Querachse. Letztere werden durch die voll ausgefahrenen Landeklappen noch verstärkt. Das Einhalten einer stabilen Steigfluglage gestaltete sich auf Grund des grossen Steuerdrucks anspruchsvoll. Dies wurde durch den notwendigen Handwechsel zum Einfahren der Landeklappen weiter akzentuiert. Anlässlich des Trainingsfluges

vom 2. Juli 2015 wurden keine Durchstartmanöver geübt. Es lässt sich damit sagen, dass das aktuelle Training des Piloten betreffend Durchstartmanöver mit dem Flugzeugmuster gering war.

Durch die reduzierte Fluggeschwindigkeit beim Abflachen war die Wirkung der Querruder auch im Durchstartmanöver beschränkt, was dazu beitrug, dass der Pilot das Flugzeug nicht geradeaus stabilisieren konnte.

Diese Faktoren führten zum Verlust der Kontrolle über das Flugzeug.

Anhand der Beschädigungen an den drei Propellerblättern kann geschlossen werden, dass der Motor beim Aufprall sehr wenig oder keine Leistung mehr abgab. Diese Leistungsreduktion ist auch in den Aufzeichnungen des EDM ersichtlich. Die Reduktion der Motorleistung und das Ausschalten des Batterie Hauptschalters kurz vor dem Aufprall haben den Ausgang der Bruchlandung günstig beeinflusst und vermutlich dazu beigetragen, dass kein Feuer ausgebrochen ist.

Der Pilot führte mit diesem Flugzeugmuster mehrheitlich Schleppflüge aus, bei denen er alleine an Bord war. Passagierflüge und Landungen mit einem vergleichsweise schweren, eher hecklastigen Flugzeug machte er selten. Die grössere Gesamtmasse des Flugzeuges erschwerte das Durchstartmanöver.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Das Flugzeug war zum VFR-Verkehr einschliesslich Schleppflügen von Segelflugzeugen zugelassen.
- Sowohl Masse als auch Schwerpunkt befanden sich innerhalb der gemäss Luftfahrzeugflughandbuch zulässigen Grenzen.
- Bei der letzten 100-h-Kontrolle wurden die linken und die rechten Steuerseile der Querrudersteuerung vorne und im Flügel ersetzt und eingestellt.
- Im oberen Bereich der Kabine waren die Steuerseile der Querrudersteuerung neben zwei Umlenkrollen geführt.
- Es liegen keine Hinweise vor, dass die Steuerbarkeit des Flugzeuges beeinträchtigt war.
- Die Daten des Motorenüberwachungssystems des Typs EDM 700 weisen darauf hin, dass die normale Motorleistung auch für den Durchstart zur Verfügung stand.
- Der Schultergurtmechanismus des linken Sitzes hielt den Beanspruchungen nicht stand und wurde aus der Rohrkonstruktion des Rumpfvorderteils herausgerissen. Dadurch wurde der Pilot an einem Ohr verletzt.

3.1.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

- Der Pilot besass die für den Flug notwendigen Ausweise.
- Der Start erfolgte auf der Piste 05 des Flugplatzes Münster. Zu diesem Zeitpunkt herrschte ein leichter Wind von etwa 5 kt talabwärts.
- Nach einem eineinhalbstündigen Rundflug flog die HB-KDF in den linken Gegenanflug auf die Piste 23 des Flugplatzes Münster ein.
- Der Pilot nahm den starken Wind wahr, der zwischenzeitlich aufgekommen war, und entschied sich für einen Anflug mit voll ausgefahrenen Landeklappen.
- Das AFM empfiehlt bei Seitenwind eine Landeklappenstellung von 0° oder -7°.
- Bei der Landung, rund einen halben Meter über der Piste, wurde das Flugzeug von heftigen Böen erfasst und an den rechten Pistenrand getrieben.
- Der Pilot setzte Volllleistung und leitete einen Durchstart ein. In dieser Phase wurde das Flugzeug weiter nach rechts gedreht und der Pilot versuchte, dieser Drehung entgegenzuwirken, was ihm aber nicht gelang.
- Der Pilot fuhr die Landeklappen um eine Stufe ein. Es gelang ihm nicht mehr, diese ganz einzufahren.
- Durch die niedrige Fluggeschwindigkeit war die Wirkung der Querruder auch im Durchstartmanöver beschränkt, was dazu beigetragen hat, dass der Pilot das Flugzeug nicht geradeaus stabilisieren konnte. Dies führte zum Verlust der Kontrolle über das Flugzeug.
- Die Reduktion der Motorleistung und das Ausschalten des Batterie Hauptschalters kurz vor dem Aufprall haben den Ausgang der Bruchlandung günstig beeinflusst.

- Der Pilot und die beiden Passagiere auf den hinteren Sitzen konnten leicht verletzt selber aus dem Wrack klettern. Der erheblich verletzte Passagier vorne rechts musste von den Rettungskräften aus dem Wrack befreit werden.
- Es brach kein Feuer aus.
- Der Pilot führte als Schlepppilot mit diesem Flugzeugmuster vergleichsweise selten Flüge mit hoher Gesamtmasse oder Schwerpunkten im hinteren Bereich aus.
- Im Rahmen des Trainingsfluges vom 2. Juli 2015 wurde der Einsatz der Landeklappen mit dem *safety pilot* besprochen. Dieser habe dabei gesagt, dass er die HB-KDF nahezu immer mit voll ausgefahrenen Landeklappen lande.
- Anlässlich des Trainingsfluges vom 2. Juli 2015 wurden keine Durchstartmanöver geübt.

3.1.3 Rahmenbedingungen

- Zum Zeitpunkt des Unfalls herrschte ein starker und böiger Wind talaufwärts.

3.2 Ursachen

Der Unfall ist auf einen Kontrollverlust während eines Durchstartmanövers mit unzureichender Konfiguration des Flugzeuges zurückzuführen.

Die Untersuchung hat folgenden Faktor ermittelt, der die Entstehung und den Verlauf des Unfalls zwar nicht beeinflusst hat, der aber dennoch ein Sicherheitsrisiko (*factor to risk*) darstellt:

- im oberen Bereich der Kabine waren die Steuerseile der Querrudersteuerung neben zwei Umlenkrollen geführt.

- 4 Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem Unfall getroffene Massnahmen**
- 4.1 Sicherheitsempfehlungen**
Keine
- 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, 22. Januar 2018

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle