



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. 2368 der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

über den Unfall des Flugzeuges
Jodel D 117, HB-SPO,

vom 30. November 2019

1 km südlich von Gossau (ZH)

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 12. Ausgabe des Anhangs 13, gültig ab 5. November 2020, 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 2021) 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) entspricht. Die Beziehung zwischen LT, MESZ und koordinierter Weltzeit (*Coordinated Universal Time* – UTC) lautet:

LT = MESZ = UTC + 1 h.

Zusammenfassung

Luftfahrzeugmuster	Jodel D 117	HB-SPO
Halter	Stoffel Aviation GmbH, Erlenstrasse 23, 8335 Hittnau	
Eigentümer	Stoffel Aviation GmbH, Erlenstrasse 23, 8335 Hittnau	

Fluglehrer	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1980			
Ausweis	Berufspilotenlizenz für Flugzeuge (<i>Commercial Pilot Licence Aeroplane</i> –CPL(A)) nach der Europäischen Agentur für Flugsicherheit (<i>European Union Aviation Safety Agency</i> – EASA), ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL). Lehrberechtigung mit <i>restricted privileges acc. Part-FCL.910.FI</i> ¹			
Flugstunden	insgesamt	697:30 h	während der letzten 90 Tage	5:00 h
	auf dem Unfallmuster	214:23 h	während der letzten 90 Tage	2:40 h

Flugschüler	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1988			
Ausweis	Keinen			
Flugstunden	insgesamt	6:48 h	während der letzten 90 Tage	6:48 h
	auf dem Unfallmuster	6:48 h	während der letzten 90 Tage	6:48 h

Ort	1 km südlich von Gossau (ZH)		
Koordinaten	700 333 / 238 845 (<i>Swiss Grid</i> 1903)	Höhe	459 m/M
Datum und Zeit	30. November 2019, 12:20 Uhr		

Flugregeln	Sichtflugregeln (<i>Visual Flight Rules</i> – VFR)
Betriebsart	Schulung
Startort	Flugplatz Speck-Fehraltorf (LSZK)
Zielort	Flugplatz Birrfeld (LSZF)
Flugphase	Landung
Unfallart	Notlandung im Gelände

Personenschaden

Verletzungen	Besatzungs- mitglieder	Passagiere	Gesamtzahl der Insassen	Drittpersonen
Tödlich	0	0	0	0
Erheblich	0	0	0	0
Leicht	0	0	0	0
Keine	2	0	2	Nicht zutreffend
Gesamthaft	2	0	2	0

Schaden am Luftfahrzeug	Schwer beschädigt
Drittschaden	Leichter Flurschaden

¹ Einschränkung auf Schulflüge unter Aufsicht eines von der Flugschule nominierten Fluglehrers

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

1.1.1 Allgemeines

Die folgende Beschreibung von Vorgeschichte und Flugverlauf basiert auf den Angaben der Flugbesatzung, Radaraufzeichnungen und Aufzeichnungen des Funkverkehrs. Es handelte sich um einen Ausbildungsflug im Rahmen einer Grundschulung zum Erwerb des Privatpilotenausweises.

1.1.2 Vorgeschichte

Am Vormittag des 30. November 2019 trafen sich der Fluglehrer und sein Flugschüler auf dem Flugplatz Speck-Fehraltorf (LSZK). Es war vorgesehen, die als HB-SPO eingetragene Jodel D 117 zum Flugplatz Birrfeld (LSZF) zu überführen und dies mit der Lektion «simulierte Platzrunden»² gemäss Lehrplan zu verbinden.

Die Graspiste des Flugplatzes Speck-Fehraltorf war infolge der langanhaltenden und ausgiebigen Niederschläge der vergangenen Tage geschlossen. Auf Nachdruck des Flugschulleiters erwirkte der Fluglehrer beim Flugplatzleiter eine Ausnahmegewilligung für einen einzelnen Start ohne Rückkehr zum Startflugplatz.

Bei ihrer Flugvorbereitung hatte die Flugbesatzung auch die Betriebszeiten des Startflugplatzes zu berücksichtigen, gemäss derer auf Starts zwischen 12:15 Uhr und 13:45 Uhr zu verzichten war. Ein Start in dieser Zeit wäre zwar möglich gewesen, hätte aber eine weitere Ausnahmegewilligung des Flugplatzleiters erfordert.

Die Bereitstellung des Flugzeugs erfolgte gemeinsam durch den Fluglehrer und den Flugschüler. Sie verzichteten auf eine Betankung im Bewusstsein, dass das Flugzeug nicht mehr geflogen wurde, seit sie selbst den vorderen Tank vor Wochenfrist gefüllt hatten und anschliessend während 1 h 40 min geflogen waren.

Die Schwimmeranzeige des vorderen Tanks (vgl. Abbildung 3) habe laut der Besatzung halbvoll angezeigt. Da bei derselben Anzeige beim letzten Mal 17 Liter habe zugetankt werden können, sei für den vorliegenden Flug mit einer Treibstoffmenge von 35 Litern im vorderen Tank zu rechnen gewesen.

Der Benzinstand des hinteren Tanks war der Flugbesatzung unbekannt, da die zugehörige elektrische Tankanzeige defekt war. Der Fluglehrer war der Ansicht, dass der hintere Tank immer etwas Treibstoff enthalte. Der Flugschüler war jedoch der Meinung, dass der Tank eigentlich immer voll sei.

Der Start des Motors und die üblichen Vorflugkontrollen wurden nach Checkliste durchgeführt und verliefen zur Zufriedenheit der Flugbesatzung. In ihrem *departure briefing* hielten die Piloten fest, den Flugplatzbereich in Richtung Süden zu verlassen und dabei auf 3500 ft AMSL³ zu steigen.

Die simulierten Platzrunden sollten anschliessend gemäss einer Vorgabe der Flugschule um die Ortschaft Grüningen (ZH) herum und auf einer Platzrundenhöhe von 3000 ft AMSL geflogen werden. Ein geradliniger Abschnitt der Forchautobahn nördlich von Grüningen sollte dabei die Piste darstellen.

² Simulierte Platzrunden werden ausserhalb eines Flugplatzareals geflogen und dienen dem Einüben der auf normalen Platzrunden angewandten Checklisten und Verfahren ohne Zeitdruck zu Beginn einer Pilotenausbildung.

³ AMSL: *Above Mean Sea Level*, Höhe über dem mittleren Meeresspiegel

1.1.3 Flugverlauf

Um 11:58 Uhr erfolgte der Start der HB-SPO von der Graspiste des Flugplatzes Speck-Fehraltorf. Infolge der tiefliegenden Bewölkung ging die Flugbesatzung bereits auf 3000 ft AMSL in den Horizontalflug über. Anschliessend flog sie in Richtung Grüningen, um dort mit den simulierten Platzrunden zu beginnen (vgl. Punkt ❶, Abbildung 1).

Der Einflug in die erste Platzrunde erfolgte plangemäss. Der Flugschüler führte die zu übenden Checks und Verfahren aus. Damit stellte er unter anderem sicher, dass der Tankwählschalter auf dem vorderen Tank stand, sowie die Benzinpumpe und die Vergaservorwärmung eingeschaltet waren.

Der Flugschüler leitete den Sinkflug ein (❷) und flog den geradlinigen Abschnitt der Forchautobahn an, der die Piste darstellte. Auf 1900 ft AMSL startete er durch (❸) und stieg wieder auf 3000 ft AMSL (❹). Danach drehte er das Flugzeug um 180° nach links, um mit der nächsten Platzrunde zu beginnen.

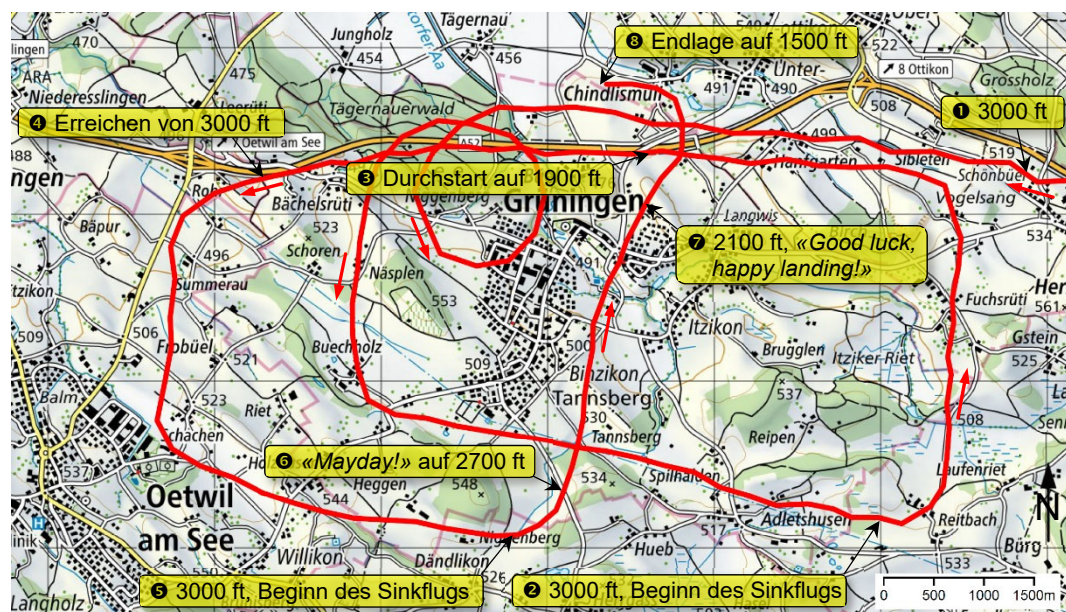


Abbildung 1: Radaraufzeichnung des Flugwegs der HB-SPO, Quelle der Basiskarte: Bundesamt für Landestopografie

Um 12:18 Uhr, während der Flugschüler im simulierten Gegenanflug die Checkliste erneut abarbeitete, nahm der Fluglehrer ein «Ruckeln» des Motors wahr. Er ging zunächst von einer Fehlmanipulation des Flugschülers aus und prüfte sofort die Stellung aller Bedienelemente des Motors.

Der Fluglehrer übernahm sodann das Steuer und drehte sinkend nordwärts in Richtung des Startflugplatzes ein (❸). In dieser Phase fiel der Motor aus und der Propeller blieb stehen. Der Fluglehrer stellte den Tankwählschalter auf den hinteren Tank um und aktivierte den Anlasser, wobei der Gashebel zumeist in der Vollgasstellung verblieb. Der Fluglehrer beobachtete, wie sich der Propeller wieder drehte, ohne dass der Motor aber ansprang.

Nach dem erfolglosen Wiederanlassversuch stellte der Flugschüler auf Anweisung des Fluglehrers am Funkgerät die Notfrequenz 121.5 MHz ein. Der Fluglehrer versuchte, den Motor erneut zu starten, und setzte darauf die Notfallemeldung «Mayday» ab (❹), gab seine Position «Grüningen, 2700 ft» bekannt und erbat sofortige Unterstützung durch die Flugverkehrsleitung.

Nach Rückfragen zu Kennzeichen, Position und Absicht erbat der Fluglehrer die Alarmierung von Rettungsflugwacht und Feuerwehr. Der Funkverkehr umfasste auf Nachfrage auch die Angabe der Telefonnummer des Fluglehrers und endete mit dem Wunsch der Flugverkehrsleitung «good luck, happy landing!» (⑦).

Kurz darauf drehte der Fluglehrer nach links in den Endanflug ein. Dieser erfolgte über leicht abschüssigem Gelände. Der Fluglehrer schätzte seine Flughöhe anfänglich als zu hoch ein und erhöhte deshalb die angezeigte Fluggeschwindigkeit (*Indicated Air Speed – IAS*) für den Anflug bis auf 140 km/h. Gegen das Ende des Endanfluges hin führte er eine Glissade (*side slip*) aus, um die Anfluggeschwindigkeit zu reduzieren.

Um 12:20 Uhr setzte das Flugzeug nach dem Ausleiten der Glissade hart auf. Es drehte sich um seine Hochachse und kam mit der Nase gegen die Anflugrichtung zum Stillstand (⑧, vgl. Abbildung 2). Die Flugbesatzung brachte den Tankwählschalter und die elektrischen Schalter in die Stellung OFF und verliess das Flugzeug selbständig und unverletzt.



Abbildung 2: Endlage der HB-SPO nach der Notlandung mit Blickrichtung nach Westen. Im Vordergrund markiert sind die auf der Wiese zurückgelassenen Spuren.

Das Flugzeug wurde bei der Notlandung schwer beschädigt. Beide Hauptfahrwerksbeine knickten ein und der Flügelholm brach beidseits des Rumpfes. Der unter dem Motor angebrachte Vergaser wurde vom Motor abgetrennt. Es liefen keine Betriebsstoffe aus, und es brach kein Feuer aus. Am Wiesland entstand geringer Flurschaden. Der automatische Notsender (*Emergency Locator Transmitter – ELT*) löste aus.

1.2 Meteorologische Angaben

Ein Hochdruckausläufer erstreckte sich von den Britischen Inseln nach Südosteuropa. Am Ort und zum Zeitpunkt der Notlandung zogen Felder von flachem Stratocumulus bei schwachem Wind aus Ost-Nordost über das Zürcher Oberland. In Bodennähe wehte ein schwacher Wind aus Sektor Süd.

Wetter	Ziemlich sonnig bei ausgedehnten Wolkenfeldern
Wolken	3/8 – 4/8 auf 3200 ft AMSL
Sicht	10 km oder mehr
Wind	190 Grad, 2 kt
Temperatur / Taupunkt	5 °C / 2 °C
Luftdruck (QNH)	1022 hPa (Druck reduziert auf Meereshöhe, berechnet mit den Werten der Standardatmosphäre)

1.3 Angaben zum Luftfahrzeug

1.3.1 Allgemeine Angaben

Luftfahrzeugmuster	Jodel D 117
Hersteller	Société Aéronautique Normande, Frankreich
Charakteristik	Einmotoriges, zweisitziges Flugzeug mit Kolbenmotor und Festpropeller, ausgeführt als Tiefdecker in Holzbauweise mit Stoffbespannung und Festfahrwerk in Heckradanordnung
Baujahr	1957
Triebwerk	Continental C-90-14F, Vierzylinder-Boxermotor mit Vergaser, Startleistung 90 PS
Propeller	Evra Zweiblatt-Festpropeller
Höchstzulässige Masse	617 kg
Tankkapazität	Zwei Tanks mit je 55 Liter Inhalt
Treibstoffverbrauch	Rund 23 Liter pro Stunde
Reisegeschwindigkeit	ca. 190 km/h
Betriebszeiten	Zelle: 4015 h, 6906 Landungen seit neu Motor: 51 h seit Grundüberholung
Unterhalt	Die letzte 100-h-Inspektion wurde am 6. September 2019 bei 4008 Betriebsstunden bescheinigt.
Lufttüchtigkeitsprüfung	letztmals ausgeführt am 13. September 2019

1.3.2 Beladung

Der vordere Tank enthielt nach dem Unfall noch 38 Liter Treibstoff, der hintere Tank war leer. Damit befanden sich sowohl die Masse als auch die Schwerpunkt-lage des Flugzeuges innerhalb der gemäss AFM⁴ zulässigen Grenzen. Dies wäre selbst nach einer Vollbetankung beider Treibstofftanks des leer nur 362 kg wiegenden Flugzeuges noch immer der Fall gewesen.

1.3.3 Treibstoffsystem

Die HB-SPO verfügt über einen vorderen Haupttank und einen hinteren Hilfstank von je 55 Litern Inhalt. Für Start und Landung ist gemäss AFM der Haupttank zu verwenden. Im Reiseflug darf die Differenz des Treibstoffinhalts der beiden Tanks nicht mehr als ein Viertel der Tankkapazität betragen.

Ein Tankwählschalter mit den drei möglichen Stellungen FRONT, OFF und REAR ist im Instrumentenbrett angeordnet. Als Tankanzeige steht ein einzelnes, elektrisch betriebenes Zeigerinstrument zur Verfügung. Es zeigt automatisch den Tankinhalt des am Tankwählschalter eingestellten Tanks an (vgl. Abbildung 3).

Der Haupttank verfügt über eine zusätzliche Tankanzeige in Form eines durch den Tankdeckel geführten und von einem Schwimmer bewegten Drahtes, der unmittelbar vor dem Capot im Sichtfeld der Piloten liegt. Markierungen zur Bestimmung der Treibstoffmenge sind daran keine angebracht.

Der Hilfstank verfügt im Gegensatz zum Haupttank nicht über eine alternative Methode zur Bestimmung seiner Füllmenge.

⁴ AFM: *Aircraft Flight Manual*, Luftfahrzeugflughandbuch



Abbildung 3: Tankanzeigen und Tankwählschalter der HB-SPO

Das Tankwahlventil (*fuel selector valve*) ist oberhalb der Seitensteuerpedale am Brandspant angebracht. Es ist über eine mechanische Drehverbindung mit dem Tankwählschalter verbunden. Ein oberhalb des Tankwahlventils angebrachter Kippschalter dient der Umschaltung der elektrischen Tankanzeige auf den angewählten Tank (vgl. Abbildung 4).

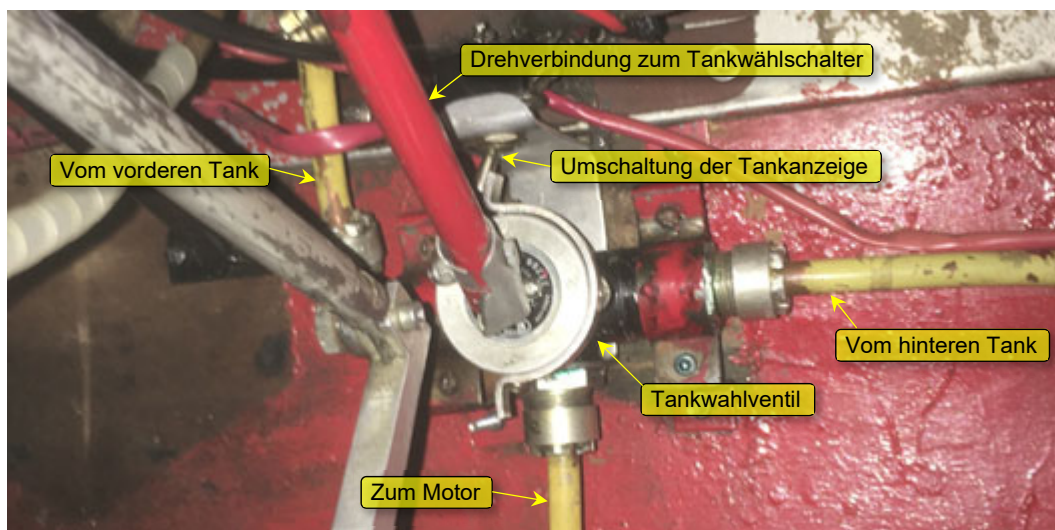


Abbildung 4: Tankwahlventil (*fuel selector valve*) mit den Treibstoffleitungen (gelb) und der mechanischen Drehverbindung zum Tankwählschalter (rot), und der Umschaltung der Tankanzeige mittels Kippschalter. Blick aus dem Fussraum der Kabine nach vorne an den Brandspant.

1.3.4 Vorbestandene technische Mängel

Die elektrisch betriebene Tankanzeige bereitete seit rund zwei Jahren Probleme, was der Flugbesatzung bekannt war. Ein Online-Logbuch enthielt mehrere Hinweise darauf (vgl. Kapitel 1.4). Der Flugschulleiter entschied, auf eine Instandstellung zu verzichten und wies die Piloten per E-Mail darauf hin, wie einem Fehlen der elektrischen Tankanzeige operationell zu begegnen sei (vgl. Kapitel 1.3.6).

Das Online-Logbuch und weitere Dokumente enthielten zudem Hinweise darauf, dass das Tankwahlventil undicht war, sodass Treibstoff vom vorderen in den tieferliegenden hinteren Tank fließen konnte. Anlässlich der letzten 100-h-Inspektion vom 6. September 2019 wurde das Tankwahlventil instand gestellt, was zwar aus

dem Flugreisebuch des Flugzeuges ersichtlich, der Flugbesatzung aber nicht bekannt war.

Die Untersuchung des Wracks ergab, dass die Drehverbindung zwischen dem Tankwählschalter und dem instand gestellten Tankwahlventil um 180° verdreht montiert worden war, sodass mit dem Tankwählschalter auf dem vorderen Tank der Motor aus dem hinteren Tank versorgt wurde, und umgekehrt. Diese Fehlfunktion blieb bis zum Unfall, rund drei Monate bzw. 7 Flugstunden nach der 100-h-Kontrolle, unentdeckt.

1.3.5 Mindestausrüstung

Zur HB-SPO existierte eine Mindestausrüstungsliste (*Minimum Equipment List – MEL*) mit Datum vom 8. April 2019, die dem BAZL von der Flugschule vorgelegt worden war. Diese enthielt die explizite Vorgabe, dass eine Tankanzeige für beide Tanks («*fuel quantity indication for each tank*») erforderlich sei.

1.3.6 Betriebliche Vorgaben der Flugschule

Zum Betrieb des Flugzeuges ohne die elektrische Tankanzeige wurden die Piloten per E-Mail angewiesen, beim vorderen Tank nur die Schwimmeranzeige zu berücksichtigen, und beim hinteren Tank nur mit derjenigen Treibstoffmenge zu rechnen, die von ihnen selbst zugetankt wurde. Zudem sei ein Überladen des Flugzeuges auch bei vollen Tanks nicht möglich.

In Bezug auf die Problematik des durch das undichte Tankwahlventil in den hinteren Tank zurückfliessenden Treibstoffs erging an die Piloten der Hinweis, in betriebsarmen Zeiten das Flugzeug nur dann vollzutanken, wenn eine Flugzeit von mindestens drei Stunden geplant sei. Damit solle ein Überlaufen des hinteren Tanks während längerer Standzeit vermieden werden.

1.3.7 Notverfahren bei Triebwerksausfall

Das AFM enthält, wie für das Baujahr des Flugzeuges üblich, keine Verfahrensvorgabe für den Fall eines Triebwerksausfalls im Flug. Eine solche stellte jedoch die Flugschule in Form einer Checkliste zur Verfügung. Demnach sollte auf Flughöhen über 1000 ft über Grund eine IAS von 110 km/h eingehalten werden, für solche darunter von 100 km/h.

Um den Motor wieder in Gang zu setzen, war die Treibstoffpumpe einzuschalten, der Tankwählschalter auf den anderen Tank umzuschalten, der Gemischregler auf die Stellung REICH zu stossen, die Vergaservorwärmung einzuschalten und die Stellung des Zündschlüssels zu prüfen. Für die Stellung des Gashebels enthielt dieses Verfahren keine Vorgabe.

Für den Fall einer Notlandung im Gelände war ausserdem erst kurz vor dem Aufsetzen die Treibstoffzufuhr mittels des Tankwählschalters zu unterbrechen, der Gashebel in seine Vollgasstellung zu bringen, der Gemischregler auf die Stellung ARM zu ziehen, die Zündung mit dem Zündschlüssel auszuschalten und die Batterie vom Bordnetz zu trennen.

1.4 Angaben zur Administration

1.4.1 Feststellungen

Die Flüge der HB-SPO wurden von den Piloten auf traditionelle Art und Weise in ein papiernes Flugreisebuch des BAZL eingetragen. Dieses enthielt auch die Nachweise des Instandhaltungsbetriebes zu durchgeführten Inspektionen und die

Nachweise des BAZL zu durchgeführten Zustandsprüfungen (*airworthiness reviews*). Zu Störungen und Wahrnehmungen trugen die Piloten ausnahmslos «NIL⁵» ein.

Neben dem Flugreisebuch führte die Flugschule seit März 2018 ein elektronisches Online-Logbuch, auf das sie dereinst komplett umzustellen gedachte. Darin trugen die Piloten neben den bereits in das Flugreisebuch eingetragenen Daten auch noch ihre Angaben zu Störungen und Wahrnehmungen ein. Die Piloten waren angehalten, das Online-Logbuch jeweils vor Antritt eines Fluges zu studieren.

Nach Eintragungen zu Störungen und Wahrnehmungen in das Online-Logbuch entschied der Flugschulleiter jeweils über das weitere Vorgehen. Er trug diese Entscheide zur Kenntnisnahme durch die Piloten in das Online-Logbuch ein. Der Instandhaltungsbetrieb hatte keine Kenntnis von diesen Eintragungen und erstellte selbst auch keine Eintragungen in das Online-Logbuch.

Neben dem Online-Logbuch nutzte der Flugschulleiter weitere Kanäle wie E-Mails, um den Piloten Angaben zu vorbestandenen Mängeln und operationelle Hinweise zukommen zu lassen. Der SUST legte er noch eine «*Briefing Card*» genannte Zusammenfassung derartiger Angaben vor, die seit der Einführung des Online-Logbuchs nicht mehr aufdatiert wurde und gemäss Angabe des BAZL obsolet war.

1.4.2 Angaben des Bundesamts für Zivilluftfahrt

Zur Aufzeichnung von technischen Störungen befragt, verwies das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) auf das genehmigte Betriebshandbuch der Flugschule (*Operation Manual – OM*). Demnach war als Logbuch das graue Flugreisebuch des BAZL zu verwenden. Das Online-Logbuch durfte vorerst nur als Backup («*as a backup*») verwendet werden. Sicherheitsrelevante Störungen und Wahrnehmungen waren sowohl in das Flugreisebuch als auch in das Online-Logbuch einzutragen, nicht sicherheitsrelevante Störungen und Wahrnehmungen hingegen ausschliesslich in das Online-Logbuch. Diese Trennung der Einträge erachte das BAZL «*nicht als sinnvoll*».

Zur Entscheidung, ob eine technische Störung vor dem nächsten Flug zu beheben ist oder erst später behoben werden kann (*deferred defect*), wurde auf die Vorschriften der EASA verwiesen. Demnach ist zu dieser Entscheidung nur Instandhaltungspersonal («*only the authorized certifying staff*») befugt, es sei denn, dass die Entscheidung anhand einer MEL getroffen werden kann.

Bezüglich der Meldung einer Störung an den Instandhaltungsbetrieb verweist das BAZL auf die Verantwortung der Flugschule als Halter des Flugzeuges für dessen Lufttüchtigkeit. Die Flugschule sei für eine entsprechende Auftragserteilung an den Instandhaltungsbetrieb zuständig. Dieser schreibe dementsprechend auch nur Arbeiten ab, für die er einen Auftrag erhalten habe.

Rückmeldungen des Instandhaltungsbetriebes an die Piloten über ausgeführte Instandhaltungsarbeiten (*release to service*) seien im Betriebshandbuch (*Operation Manual – OM*) der Flugschule nicht geregelt und über das graue Flugreisebuch abzuwickeln, erklärte das BAZL weiter. Eine Mängelliste (*hold item list*) habe gemäss OM hingegen im Online-Logbuch geführt zu werden, welches die Piloten vor Antritt eines Fluges zu konsultieren und die Kenntnisnahme der Eintragungen elektronisch zu bestätigen hätten.

⁵ NIL: *No Items Listed*, keine Punkte aufgeführt

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

Zum Zeitpunkt des Motorsausfalls stand der Tankwählschalter zwar auf dem vorderen Tank, der genügend Treibstoff enthielt, tatsächlich erfolgte die Treibstoffversorgung aber aus dem hinteren Tank, bis dessen Inhalt gänzlich aufgebraucht war. Ursächlich dafür war, dass das Tankwahlventil bei der Montage um 180° verdreht mit dem Tankwählschalter verbunden worden war.

Die seit langer Zeit funktionsuntüchtige elektrische Tankanzeige verunmöglichte es den Piloten, die Vorgabe aus dem AFM einzuhalten, wonach die Differenz des Treibstoffinhalts der beiden Tanks nicht mehr als ein Viertel der Tankkapazität betragen darf. Sie bewirkte zudem, dass besagter Montagefehler bis zum Unfall nicht entdeckt wurde.

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

2.2.1 Flugvorbereitung

Die Flugbesatzung übernahm das Flugzeug im Wissen, dass die elektrische Tankanzeige defekt war. Dies entsprach nicht den Vorgaben der Mindestausrüstungsliste der HB-SPO, die eigens von der Flugschule erstellt worden war. Demgegenüber hatte der Flugschulleiter, der auch die Funktion des Überwachungsfluglehrers des im Praktikum befindlichen Fluglehrers innehatte, die Piloten angewiesen, wie das Flugzeug ohne diese Anzeige zu betreiben sei. Damit handelte die Flugbesatzung nicht den formellen Vorgaben der Flugschule entsprechend, sondern den per E-Mail informell erteilten Anweisungen des Flugschulleiters.

Bei der Vorflugkontrolle schätzte die Flugbesatzung die Treibstoffmenge im vorderen Tank anhand ihrer Erfahrung mit der Schwimmeranzeige auf 35 Liter. Der Inhalt des hinteren Tanks war ihr hingegen aufgrund der defekten elektrischen Tankanzeige unbekannt. Damit konnte sie für die Flugplanung von einer Flugzeitreserve (*endurance*) von mindestens 1 h 30 min ausgehen.

Die Flugplanung liess bei einer zu erwartenden Flugzeit von rund 45 min für den Zeitpunkt der Landung eine verbleibende *endurance* von 45 min erwarten. Diese entsprach zwar der gesetzlichen Vorgabe⁶ bezüglich der *final reserve*, war aber für einen allfälligen Weiterflug zu einem adäquaten Ausweichflugplatz knapp bemessen. Der Umstand, dass für einen Start über die Mittagszeit eine zweite Ausnahmebewilligung hätte eingeholt werden müssen, kann zum Entscheid beigetragen haben, auf eine Betankung zu verzichten.

Da dem Flugzeug nach dem Unfall noch 38 Liter Treibstoff entnommen werden konnten, betrug die tatsächliche *endurance* beim Start rund 2 h.

2.2.2 Flugdurchführung

Vom Start bis zum Abschluss der ersten simulierten Platzrunde war der Flug mit keinen Schwierigkeiten verbunden. Die ersten Anzeichen des Motorsausfalls fielen zeitlich mit der Checklistenarbeit des Flugschülers zusammen, weshalb der Fluglehrer einen Manipulationsfehler vermutete und die Stellung aller Bedienelemente des Motors prüfte. Dies war ebenso naheliegend wie sicherheitsbewusst.

⁶ Die gesetzliche Vorgabe zum minimalen Treibstoffvorrat für den vorliegenden Flug findet sich im Abschnitt über den nicht-kommerziellen Flugbetrieb (*Non Commercial Operation – NCO*) Part-NCO der Verordnung (EU) Nr. 965/2012. Demnach war neben dem Treibstoff für den geplanten Flug eine *final reserve* von 30 min vorgeschrieben. Treibstoff für eine allfällige Ausweichlandung war nicht explizit vorgeschrieben, wohl aber eine «*Kraftstoffmenge für unvorhergesehenen Mehrverbrauch*» infolge von «*Bedingungen, die die Landung des Flugzeugs verzögern oder den Betriebsstoffverbrauch erhöhen können*».

Der Fluglehrer übernahm alsbald das Steuer und drehte in Richtung geeigneter Landemöglichkeiten ein, was dem Ausbildungsstand des Flugschülers und der Situation insgesamt angemessen war. Nach dem endgültigen Motorausfall stellte der Fluglehrer Kontakt zu einer Flugverkehrsleitstelle her und widmete sich während des Grossteils der verbleibenden Flugzeit dem Funkverkehr, was in dieser Phase der Situation wenig angepasst war und im Hinblick auf die bevorstehende Notlandung nicht hilfreich war.

Beim ersten Wiederanlassversuch schaltete der Fluglehrer den Tankwählschalter vermeintlich auf den hinteren Tank um, effektiv aber auf den vorderen. Dieser enthielt genügend Treibstoff und war zudem alleine durch die Wirkung der Schwerkraft auch imstande, genügend Treibstoff zu liefern. Die Wiederanlassversuche misslangen trotzdem, was die Folge einer für die Gemischbildung ungünstigen Gashebelstellung gewesen sein kann. Eine diesbezügliche Vorgabe existierte nicht.

Die vom Fluglehrer gewählte Methode zur Korrektur eines zu steilen Anflugwinkels durch Erhöhung der Anfluggeschwindigkeit bis auf 140 km/h entsprach nicht dem gebräuchlichen Verfahren, bei dem bei konstanter Anfluggeschwindigkeit primär über eine Verlängerung des Flugwegs und sekundär über eine Erhöhung des Widerstandes korrigiert wird. Dementsprechend beinhaltete auch die Verfahrensvorgabe der Flugschule eine konstante Anfluggeschwindigkeit von 100 km/h für Flughöhen unter 1000 ft über Grund. Dies erschwerte es ihm, Ort und Fluglage beim Aufsetzvorgang zu antizipieren. Das Aufsetzen erfolgte angesichts des Schadensbildes mit einer hohen Bewegungsenergie.

2.3 Administrative Aspekte

Die Flugschule befand sich in einer Phase der Umstellung von der traditionellen technischen Administration auf eine elektronische Lösung. Aus Sicht der Flugsicherheit ist eine solche Umstellung grundsätzlich vorteilhaft, da sie Informationen zum technischen Zustand eines Flugzeugs in einen einzigen Informationskanal zusammenfasst und dem Luftfahrzeughalter, den Piloten, dem Instandhaltungsbetrieb und der Aufsichtsbehörde verzugslos zugänglich macht.

Im vorliegenden Fall wurde die Umstellung derart vorgenommen, dass die Informationen zum technischen Zustand des Flugzeugs über längere Zeit hinweg auf verschiedene Kanäle mit unterschiedlichen Zugangsregelungen aufgeteilt waren. So erhielt der Instandhaltungsbetrieb keine Kenntnis von den Wahrnehmungen der Piloten. Ebenso erhielten die Piloten nur eingeschränkt Kenntnis von den Arbeiten des Instandhaltungsbetriebes.

Lediglich der Flugzeughalter verfügte über alle Informationen zum technischen Zustand des Flugzeuges. Er alleine konnte also darüber befinden, ob eine Störung als sicherheitsrelevant zu betrachten war oder nicht, und welche Informationen den Piloten und dem Instandhaltungsbetrieb zur Verfügung stehen sollten. Ermöglicht wurde dies durch unklare und inkonsistente Vorgaben.

Vor dem Hintergrund, dass weitere Flugzeughalter und Flugbetriebsunternehmen ihre traditionelle technische Administration in naher Zukunft auf eine elektronische Lösung umstellen werden, erkennt die SUST im Bereich dieser Umstellungen aufgrund der gemachten Feststellungen ein systemisches Risiko. Sie spricht deshalb eine Sicherheitsempfehlung aus (vgl. Kapitel 4.1).

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Das Flugzeug war zum Verkehr nach VFR zugelassen.
- Der Betrieb ohne elektrische Tankanzeige war gemäss der Mindestausrüstungsliste des Flugzeuges nicht zulässig.
- Masse und Schwerpunkt des Flugzeuges befanden sich innerhalb der zulässigen Grenzen.
- Das Flugzeug verfügte über einen vorderen Tank, einen hinteren Tank und einen Tankwählschalter mit den Stellungen FRONT, REAR und OFF.
- Die Funktionen FRONT und REAR des Tankwählschalters waren aufgrund einer fehlerhaften Montage vertauscht.
- Der vordere Tank verfügte über eine funktionstüchtige Schwimmeranzeige. Die elektrische Tankanzeige beider Tanks war seit längerer Zeit defekt.
- Nach der Notlandung enthielt der vordere Tank genügend Treibstoff, der hintere Tank war leer.

3.1.2 Besatzung

- Die Besatzung besass die für den Flug notwendigen Ausweise.
- Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Beeinträchtigungen der Piloten während des Unfallfluges vor.

3.1.3 Flugverlauf

- Die als HB-SPO eingetragene Jodel D 117 startete um 11:58 Uhr vom Flugplatz Speck-Fehraltorf zu einem Schulungsflug.
- Mittels des Tankwählschalters wurde vermeintlich der vordere Tank angewählt, tatsächlich jedoch der hintere Tank, der komplett entleert wurde.
- Nach einer Flugzeit von 20 Minuten fiel der Motor infolge Treibstoffmangels auf einer Höhe von rund 1500 ft über Grund aus.
- Nach erfolglosen Wiederanlassversuchen des Motors führte der Fluglehrer eine Notlandung auf einer Wiese bei Gossau (ZH) aus.
- Die Flugbesatzung blieb unverletzt und konnte das Flugzeug selbständig verlassen. Das Flugzeug wurde schwer beschädigt. Es entstand leichter Flurschaden.

3.1.4 Rahmenbedingungen

- Auf eine Betankung vor dem Flug wurde verzichtet.
- Das Wetter hatte keinen Einfluss auf den Unfallhergang.

3.1.5 Administrative Aspekte

- Die traditionelle technische Administration befand sich über längere Zeit hinweg in Umstellung auf eine elektronische Lösung.
- Mit Ausnahme des Luftfahrzeughalters verfügten die Piloten, der Instandhaltungsbetrieb und die Behörden nur über einen unvollständigen und unterschiedlichen Informationsstand zum technischen Zustand des Flugzeuges.

3.2 Ursachen

Eine Sicherheitsuntersuchungsstelle muss sich zum Erreichen ihres Präventionszwecks zu Risiken und Gefahren äussern, die sich im untersuchten Zwischenfall ausgewirkt haben und die künftig vermieden werden sollten. In diesem Sinne sind die nachstehend verwendeten Begriffe und Formulierungen ausschliesslich aus Sicht der Prävention zu verstehen. Die Bestimmung von Ursachen und beitragenden Faktoren bedeutet damit in keiner Weise eine Zuweisung von Schuld oder die Bestimmung von verwaltungsrechtlicher, zivilrechtlicher oder strafrechtlicher Haftung.

Der Unfall, bei dem es zu einer Notlandung im Gelände kam, ist auf einen Triebwerksausfall infolge ausbleibender Treibstoffversorgung zurückzuführen.

Zur Entstehung des Unfalls trugen folgende Faktoren in Kombination bei:

- eine fehlerhafte Montage des Tankwählschalters;
- eine defekte elektrische Tankanzeige.

Im Rahmen der Untersuchung wurde die Umstellung von der traditionellen technischen Administration auf eine elektronische Lösung zwar nicht als ursächlich oder beitragend, aber dennoch als risikofördernder Faktor (*factor to risk*) erkannt, der zur Verbesserung der Flugsicherheit behoben werden sollte.

4 Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem Unfall getroffene Massnahmen

4.1 Sicherheitsempfehlungen

Nach Vorgabe des Anhangs 13 der internationalen Zivilluftfahrtorganisation (*International Civil Aviation Organization* – ICAO) sowie Artikel 17 der Verordnung (EU) Nr. 996/2010 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Oktober 2010 über die Untersuchung und Verhütung von Unfällen und Störungen in der Zivilluftfahrt und zur Aufhebung der Richtlinie 94/56/EG richten sich alle Sicherheitsempfehlungen, die in diesem Bericht aufgeführt sind, an die Aufsichtsbehörde des zuständigen Staates, der darüber zu entscheiden hat, inwiefern diese Empfehlungen umzusetzen sind. Gleichwohl sind jede Stelle, jeder Betrieb und jede Einzelperson eingeladen, im Sinne der ausgesprochenen Sicherheitsempfehlungen eine Verbesserung der Flugsicherheit anzustreben.

Die schweizerische Gesetzgebung sieht in der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen (VSZV; SR 742.161) bezüglich Sicherheitsempfehlungen folgende Regelung vor:

„Art. 48 Sicherheitsempfehlungen

¹ Die SUST richtet die Sicherheitsempfehlungen an das zuständige Bundesamt und setzt das zuständige Departement über die Empfehlungen in Kenntnis. Bei dringlichen Sicherheitsproblemen informiert sie umgehend das zuständige Departement. Sie kann zu den Umsetzungsberichten des Bundesamts zuhanden des zuständigen Departements Stellung nehmen.

² Die Bundesämter unterrichten die SUST und das zuständige Departement periodisch über die Umsetzung der Empfehlungen oder über die Gründe, weshalb sie auf Massnahmen verzichten.

³ Das zuständige Departement kann Aufträge zur Umsetzung von Empfehlungen an das zuständige Bundesamt richten.“

Die SUST veröffentlicht die Antworten des zuständigen Bundesamtes oder von ausländischen Aufsichtsbehörden unter www.sust.admin.ch und erlaubt so einen Überblick über den aktuellen Stand der Umsetzung der entsprechenden Sicherheitsempfehlung.

4.1.1 Umstellung auf elektronische Logbuchsysteme

4.1.1.1 Sicherheitsdefizit

Die Umstellung von traditioneller technischer Administration auf eine elektronische Lösung war in einer Flugschule so gestaltet, dass die Informationen zum technischen Zustand ihrer Flugzeuge während längerer Zeit nur der Flugschule als Luftfahrzeughalter gesamtheitlich zur Verfügung standen. Die Piloten, der Instandhaltungsbetrieb und die Aufsichtsbehörde verfügten jedoch nur über einen unvollständigen und unterschiedlichen Informationsstand. Dies wurde im Rahmen der Untersuchung eines Flugunfalls als risikofördernder Faktor (*factor to risk*) erkannt.

4.1.1.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 568

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte durch geeignete Massnahmen sicherstellen, dass mit Anbeginn der Umstellung auf elektronische Logbuchsysteme den berechtigten Personenkreisen ein uneingeschränkter Zugang zu Informationen über den technischen Zustand des Luftfahrzeuges gewährleistet bleibt.

4.2 Sicherheitshinweise

Keine

4.3 Seit dem Unfall getroffene Massnahmen

Die der SUST bekannten Massnahmen werden im Folgenden kommentarlos aufgeführt.

Das BAZL gab an, dass es anlässlich des nächsten geplanten Audits bei der Flugschule die Handhabung des Flugreisebuchs und elektronischen Logbuchsystems besprechen werde.

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, 30. März 2021

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle