



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Schweizerische Unfalluntersuchungsstelle SUST
Service d'enquête suisse sur les accidents SESA
Servizio d'inchiesta svizzero sugli infortuni SISI
Swiss Accident Investigation Board SAIB

Bereich Aviatik

Schlussbericht Nr. 2163 der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle SUST

über den Unfall des Flugzeuges Piper
J3C-65/L-4, HB-OXI

vom 26. Juli 2011

Flugfeld Lommis (LSZT) / TG

Cause

L'accident est dû à une perte de contrôle à l'atterrissage qui a conduit à une sortie latérale de la piste suivi d'un capotage.

Facteurs ayant contribué à l'accident :

- une évaluation trop optimiste des compétences du pilote par l'instructeur de vol
- une utilisation inappropriée des freins

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Dieser Bericht enthält die Schlussfolgerungen der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle (SUST) über die Umstände und Ursachen des vorliegend untersuchten Unfalls.

Gemäss Art. 3.1 der 10. Ausgabe des Anhanges 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 Vorfalles 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 entspricht dem Original und ist massgebend.

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 im Unfallzeitpunkt der mitteleuropäischen Sommerzeit (MESZ) entsprach. Die Beziehung zwischen LT, MESZ und koordinierter Weltzeit (*co-ordinated universal time* – UTC) lautet:

LT = MESZ = UTC + 2 h

Schlussbericht

Luftfahrzeugmuster	Piper J3C-65/L-4	HB-OXI
Halter	Motorfluggruppe Thurgau, Flugplatz, 9506 Lommis	
Eigentümer	Motorfluggruppe Thurgau, Flugplatz, 9506 Lommis	

Pilot	Österreichischer Staatsbürger, Jahrgang 1942			
Ausweis	Privatpilotenlizenz auf Flugzeugen (<i>private pilote licence</i> - PPL(A)) gemäss ICAO, erstmals ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) am 31. Oktober 1985, erneuert am 7. September 2008 und gültig bis 17. August 2011.			
Wesentliche Berechtigungen	Klassenberechtigung für einmotorige Kolbenmotorflugzeuge (<i>single engine piston</i> – SEP), gültig bis 17. August 2011. Radiotelefonie, <i>language proficiency english level 4</i> , gültig bis 17. August 2010.			
Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 2, mit folgenden Einschränkungen: VDL (<i>shall wear corrective lenses and carry a spare set of spectacles</i>) und VNL (<i>shall have available corrective spectacles for near vision and carry a spare set of spectacles</i>), ausgestellt am 11. August 2010, gültig bis 29. August 2011.			
Flugstunden	insgesamt	589:05 h	während der letzten 90 Tage	10:56 h
	auf dem Unfallmuster	3:10 h	während der letzten 90 Tage	3:10 h

Fluglehrer	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1952			
Ausweis	Berufspilotenlizenz auf Flugzeugen (<i>commercial pilote licence</i> - CPL(A)) gemäss <i>joint aviation requirements</i> (JAR), erstmals ausgestellt durch das BAZL am 8. August 1988, erneuert am 18. Juli 2011 und gültig bis 18. Juli 2016.			
Wesentliche Berechtigungen	Klassenberechtigung für einmotorige Kolbenmotorflugzeuge (<i>single engine piston</i> – SEP), gültig bis 13. Dezember 2011. Fluglehrerberechtigung auf Flugzeugen (<i>flight instructor</i> – FI(A)), gültig bis 4. Juli 2014. Radiotelefonie, <i>language proficiency english level 4</i> , gültig bis 13. Dezember 2013.			
Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1, mit folgenden Einschränkungen: VDL (<i>shall wear corrective lenses and carry a spare set of spectacles</i>) und VNL (<i>shall have available corrective spectacles for near vision and carry a spare set of spectacles</i>), ausgestellt am 4. Juli 2011, gültig bis 9. Juli 2012.			
Flugstunden	insgesamt	3766:36 h	während der letzten 90 Tage	67:45 h
	auf dem Unfallmuster	27:36 h	während der letzten 90 Tage	3:03 h

Ort Flugfeld Lommis (LSZT) / TG

Koordinaten --- **Höhe** ---

Datum und Zeit 26. Juli 2011, 11:02 Uhr

Betriebsart VFR bei Tag, Schulung

Flugphase Landung

Unfallart Kontrollverlust

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	1	0	1	Nicht zutreffend
Gesamthaft	1	0	1	0

Schaden am Luftfahrzeug Schwer beschädigt

Drittschaden Pistenmarkierung zerstört

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

1.1.1 Allgemeines

Für die folgende Beschreibung von Vorgeschichte und Flugverlauf wurden die Aussagen des Piloten und des Fluglehrers sowie diejenigen eines Augenzeugen verwendet.

1.1.2 Vorgeschichte

Auf Wunsch des Piloten begann dieser am Freitag 22. Juli 2011 im Rahmen der Flugschule der Motorfluggruppe Thurgau (MFGT) das Differenztraining auf das Flugzeugmuster Piper J3C. Dieses Differenztraining wurde auf der von der Motorfluggruppe Thurgau (MFGT) betriebenen Piper J3C HB-OXI durchgeführt. Es war dies das erste Flugzeug mit Heckrad, auf welches sich der Pilot seit Beginn seiner fliegerischen Tätigkeit umschulen lassen wollte (*variant tailwheel* – TW).

Fluglehrer und Pilot trafen sich am 22. Juli 2011 zu einem ersten Ausbildungstag, an welchem sowohl vormittags als auch nachmittags Platzrunden am Doppelsteuer geflogen wurden. Im Rahmen dieser Ausbildungsflüge sass der Pilot auf dem hinteren Sitz, der Fluglehrer auf dem vorderen Sitz. Gemäss AFM (*airplane flight manual*) der Piper J3C muss für Flüge mit nur einem Piloten an Bord dieser das Flugzeug vom hinteren Sitz aus fliegen.

Am Morgen wurde ein Flug von 48 Minuten Dauer (0.8 Stunden gemäss Flugstundenzähler) durchgeführt, der unter anderem vier Landungen beinhaltete. Am Nachmittag wurde ein weiterer Flug von 31 Minuten Dauer (0.52 Stunden gemäss Flugstundenzähler), beinhaltend fünf Landungen, durchgeführt. Der Fluglehrer stellte fest, dass die Landungen am Nachmittag besser wurden, insbesondere war jeweils das Höhenruder auch bei zunehmendem Seitenwind gut durchgezogen. Wegen zunehmender Windstärke sowie aufkommendem Regen wurde der Ausbildungstag vorzeitig abgebrochen und vereinbart, dass die Soloflüge auf den nächsten Ausbildungstag verlegt würden. Gesamthaft wurden an diesem ersten Tag der Umschulung während 79 Flugminuten neun Anflüge und Landungen durchgeführt. Während einiger dieser Anflüge wurde im Endanflug mittels Glissade (*sideslip*) Energie abgebaut. Von den neun Anflügen mit Landung waren zwei sogenannte *full stop landings*, d.h., solche mit Anhalten nach der Landung und Zurückrollen zum Pistenanfang. Es waren dies jeweils die letzten Landungen der Serie am Morgen sowie der Serie am Nachmittag des 22. Juli 2011. Es wurden keine Durchstartmanöver durchgeführt, wobei sich die Angaben des Piloten in diesem Punkt nicht mit jenen des Fluglehrers decken. Gemäss Aussage des Fluglehrers wurden während der ersten Serie Platzvolten am Morgen mehrere Durchstarts absolviert.

Am 26. Juli 2011 trafen sich Pilot und Fluglehrer erneut, um das Differenztraining fortzusetzen. Nach dem Briefing erfolgten sechs Platzrunden, teils auch mit Glissade. Nach einer kurzen Pause erfolgten erneut drei Kontrollvolten mit einem Aus- und Einflug über den Punkt Sierra, gefolgt von einer Notlandeübung auf dem Flugfeld Lommis (LSZT). Es wurden an diesem zweiten Einweisungstag keine Durchstartmanöver durchgeführt.

In Vorbereitung auf die Soloflüge erfolgten zum Schluss noch zwei Platzrunden mit Anhalten und Zurückrollen. Solche Volten waren auch für die Alleinflüge des Piloten vereinbart worden. Daraufhin verliess der Fluglehrer die HB-OXI, führte von einem tragbaren Handfunkgerät mit dem Piloten eine Verbindungskontrolle durch und begab sich für die Beobachtung der Soloflüge in die Nähe des „Landet“, welches sich querab der Pistenschwelle 06 befand. Der Pilot hatte bis zu die-

sem Zeitpunkt 2 Stunden und 15 Minuten Flugzeit mit 17 Landungen auf der Piper J3C absolviert.

1.1.3 Flugverlauf

Die Piper J3C, eingetragen als HB-OXI, startete am 26. Juli 2011 um ca. 10:55 Uhr von der Piste 06 des Flugfeldes Lommis. Gemäss Aussagen des Fluglehrers und des Piloten hatte dieser Mühe, während des Startlaufs die Richtung einzuhalten. Ein Flugzeugmechaniker, welcher im ortsansässigen Unterhaltsbetrieb arbeitete, wurde zufällig Augenzeuge des Startes. Er schilderte diesen wie folgt:

„Ich sah die HB-OXI bei ihrem ersten Start. Das Flugzeug beschrieb eine auffallende Schlangenlinie, was erst meine Aufmerksamkeit weckte. Im Verlaufe dieses Zick-Zack Startes geriet das Flugzeug an den rechten Pistenrand. Ich sprang auf, verliess das Büro und legte die wenigen Meter aus dem Büro zum Vorplatz bei der Tankstelle zurück. Die HB-OXI machte dann eine abrupte Richtungsänderung auf den linken Pistenrand zu. Im Verlaufe dieser Richtungsänderung hatte ich den Eindruck, dass die HB-OXI zeitweise fast seitwärts, d.h. mit Drift über die Piste fuhr. Ich dachte, dass sich das Flugzeug bei diesem ersten Start aufgrund dieses Korrekturmanövers überschlagen werde. Dieser Start sah sehr spektakulär aus, ich habe zuvor noch nie so etwas gesehen. Ich sah dann, wie die HB-OXI abhob.“

Nebst den üblichen Positionsmeldungen in der Platzrunde, gab es gemäss Aussage des Fluglehrers und des Piloten keinen Wortwechsel über den Funk während der ersten Solo-Platzrunde.

Der Anflug erfolgte mit einer Geschwindigkeit von ca. 100 km/h; eine Glissade wurde nicht eingeleitet. Auf einer Höhe von ca. 15 m über Grund reduzierte der Pilot die Motorleistung auf Leerlauf und begann mit dem Abflachvorgang (*flare*). Die Landung erfolgte innerhalb der ersten 150 m und mittig der Piste 06. Es kam zu einer sogenannten Dreipunkte-Landung, d.h. die beiden Hauptfahrwerkkräder sowie das Heckrad berührten den Boden gleichzeitig. Der Fluglehrer beobachtete dabei vom Pistenrand aus, wie das Höhenruder nach oben ausgeschlagen war. Kurz danach zog das Flugzeug nach rechts, was den Piloten veranlasste, mittels Seitenruder und Querruder eine Steuereingabe nach links zu machen. In der Folge drehte sich die HB-OXI um die Hochachse nach links, überquerte die Pistenmitte und rollte auf die linke Pistenbegrenzung zu. Ob die Drehung unterstützt wurde durch Betätigung der Radbremsen, konnte der Pilot nicht sicher sagen. Mit einer Geschwindigkeit deutlich über Schritttempo überrollte das rechte Rad eine der weissen Pistenmarkierungen aus dünnwandigem, sprödem Hartplastik. In der Folge kippte das Flugzeug nach vorne, überschlug sich über den Bug und kam in Rückenlage zum Stillstand. Der Pilot zog sich eine leichte Schürfwunde zu. Er konnte das Wrack aus eigener Kraft verlassen.

Die Untersuchung wurde um 13:30 Uhr von der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle, vormals Büro für Flugunfalluntersuchungen, aufgenommen.

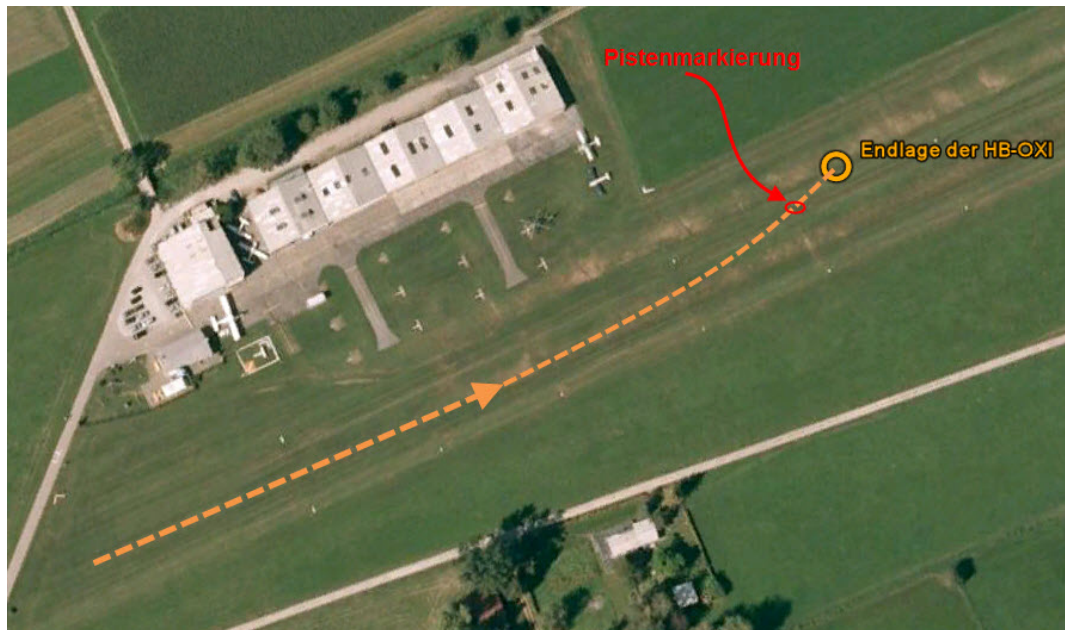


Abbildung 1: Anflug der HB-OXI auf Piste 06 des Flugfeldes Lommis

1.2 Meteorologische Angaben

1.2.1 Allgemeine Wetterlage

Bei flacher Druckverteilung am Boden verblieb die Schweiz am Südrand eines Trogessels über Mitteleuropa. Sein Kern schnürte sich während des Vormittags über Deutschland ab.

1.2.2 Wetter in der Nordschweiz

Sonniges Wetter überwog. Aus Nordwesten zogen Altocumulus-Felder vorbei. Der Bedeckungsgrad betrug 2-4/8. Entlang der Voralpen setzte die Entwicklung von Quellwolken ein.

1.2.3 Wetter zum Zeitpunkt des Unfalls am Unfallort

Die folgenden Angaben beziehen sich auf die METAR-Meldung vom Flughafen Zürich-Kloten von 08:50 UTC.

Wolken	CAVOK
Sicht	10 km und mehr
Wind	270 Grad, 3 kt
Temperatur	19 °C
Taupunkt	11 °C
Luftdruck QNH	1012 hPa

Von der Wetterwarte Konstanz des Deutschen Wetterdienstes DWD wurden um 09 UTC eine Sicht von 45 km und eine Himmelsbedeckung von 3/8 gemeldet. Die tiefste Wolkenschicht lag auf 4353 ft (1327 m) AMSL und bestand aus 1/8 CU. Zudem wurden AC castellanus und Cirren beobachtet.

1.2.4 Astronomische Angaben

Sonnenstand	Azimut: 120°, Höhe: 49°
Beleuchtungsverhältnisse	Tag

1.3 Angaben zum Luftfahrzeug

1.3.1 Technische Angaben

Eintragungszeichen	HB-OXI
Luftfahrzeugmuster	J3C-65/L-4
Charakteristik	Einmotoriges, zweisitziges Flugzeug mit Kolbenmotorantrieb, ausgeführt als Hochdecker in Fachwerkbauweise (Stahlrohr, Stoff und Holz) ohne Landeklappen, mit Festfahrwerk in Heckradanordnung.
Hersteller	Piper aircraft corporation
Baujahr	1944
Triebwerksmuster	Continental Motors O-200-A (100 PS)
Höchstzulässige Abflugmasse	580 kg ¹
Höchstzulässige Landemasse	580 kg
Masse und Schwerpunkt	Die Masse des Flugzeuges im Unfallzeitpunkt betrug ca. 500 kg. Masse und Schwerpunkt lagen innerhalb der zulässigen Grenzen.
Unterhalt	Die letzte "50 Stunden-Kontrolle" fand am 29. April 2011 bei 2658:50 Betriebsstunden statt. Die letzte "100 Stunden/Jahreskontrolle" fand am 24. Juni 2011 bei 2692:42 Betriebsstunden statt.
Technische Einschränkungen	Im Flugreisebuch waren keine Störungen und Wahrnehmungen eingetragen.
Eintragungszeugnis	Ausgestellt durch das BAZL am 24. August 2007 / Nr. 2, gültig bis zur Löschung aus dem Luftfahrzeugregister.
Lufttüchtigkeitszeugnis	Ausgestellt durch das BAZL am 24. August 2007 / Nr. 3, gültig bis auf Widerruf.
Prüfbestätigung	Datum der Ausstellung: 9. Mai 2011 Datum des Ablaufs der Gültigkeit: 20. Mai 2013
Zulassungsbereich	VFR bei Tag

1.3.2 Betriebliche Aspekte

- Betrieb: Im Einpilotenbetrieb wird das Flugzeug vom hinteren Sitz aus geflogen.
- Anfluggeschwindigkeit:
 - Die im Flughandbuch festgehaltene Geschwindigkeit über Hindernis beträgt 41 kt (ca. 76 km/h) bei einer Landemasse von ca. 500 kg.
 - Die in der Kurzzusammenfassung zur Piper „Cub“ J3/L4 der MFGT festgehaltene Anfluggeschwindigkeit beträgt 90 km/h gemäss Punkt 13. Kontrolle im Endanflug der Checkliste Piper L4, J3C.

¹ Bedingt durch eine nachträgliche Modifikation am Fahrwerk liegt die maximale Abflugmasse der HB-OXI um 30 kg über der normalerweise zertifizierten, höchstzulässigen Abflugmasse von 550 kg.

- Bremsen: die in der HB-OXI installierten Radbremsen wurden mittels der Fussfersen betätigt (*heel brakes*). Der Pilot gab an, dass er mit der Betätigung der Bremsen keine Probleme bekundete.
- Treibstoff: Im Flügeltank der HB-OXI wurden nach dem Unfall noch 22 l Treibstoff vorgefunden.

1.4 Angaben zu Pilot und Fluglehrer

1.4.1 Flugerfahrung und Trainingsstand des Piloten

Bis zum Unfallzeitpunkt wies der Pilot eine Gesamtflugerfahrung von 589 Flugstunden auf. Das Differenztraining auf das Flugzeugmuster Piper J3C brachte für den Piloten die ersten Erfahrungen auf einem Flugzeug mit Heckrad mit sich. Alle übrigen Flugzeugmuster, welche der Pilot bis anhin geflogen hatte, wiesen ein Bugfahrwerk auf.

Gesamthaft hatte der Pilot im Rahmen seines Differenztrainings auf die Piper J3C während 2 Stunden und 15 Minuten reiner Flugzeit Ausbildungsflüge am Doppelsteuer mit 17 Landungen durchgeführt, bevor ihm der Fluglehrer den Auftrag erteilte, Platzrunden alleine an Bord zu fliegen.

Die im Rahmen der Einweisung geflogenen Platzvolten am Doppelsteuer enthielten auch Anflüge, bei welchen mit Glissade Höhe abgebaut wurde.

Am zweiten Schulungstag, dem 26. Juli 2011, wurden keine Durchstartmanöver ausgeführt.

Einige Wochen vor Beginn des Differenztrainings auf Piper J3C absolvierte der Pilot mit demselben Fluglehrer ein Differenztraining auf das Flugzeugmuster Czech Sport Aircraft Sportcruizer. Es handelt sich dabei um ein konventionelles Flugzeug in Bugradbauweise. Pilot und Fluglehrer absolvierten auf diesem Flugzeugmuster während 3 Stunden und 47 Minuten mit 18 Landungen Ausbildungsflüge am Doppelsteuer, bevor der Pilot den Auftrag für Landungen alleine an Bord erhielt.

1.4.2 Blutalkoholbestimmung des Piloten

Die beim Piloten nach dem Unfall durchgeführte Blutalkoholbestimmung war negativ, d.h., es wurde kein Blutalkohol nachgewiesen.

1.4.3 Flugerfahrung und Trainingsstand des Fluglehrers

Der Fluglehrer hatte im Verlauf seiner Tätigkeit als Fluglehrer mehr als zehn Kandidaten auf Heckradflugzeuge umgeschult. Bis zum Unfallzeitpunkt wies er eine Gesamtflugerfahrung von 3766 Flugstunden auf, davon 2362 Flugstunden als Fluglehrer. Von diesen Flugstunden als Fluglehrer war er während 98:12 h als Fluglehrer auf Heckradflugzeugen tätig.

1.5 Technische Aspekte

Die Räder beider Hauptfahrwerke drehten nach dem Unfall frei, d.h. es wurde keine ungewollte Bremswirkung eines Rades festgestellt, welche die laterale Kontrolle des Flugzeuges am Boden hätte erschweren können.

An der HB-OXI war ein Heckrad von Typ Scott 2000 installiert.

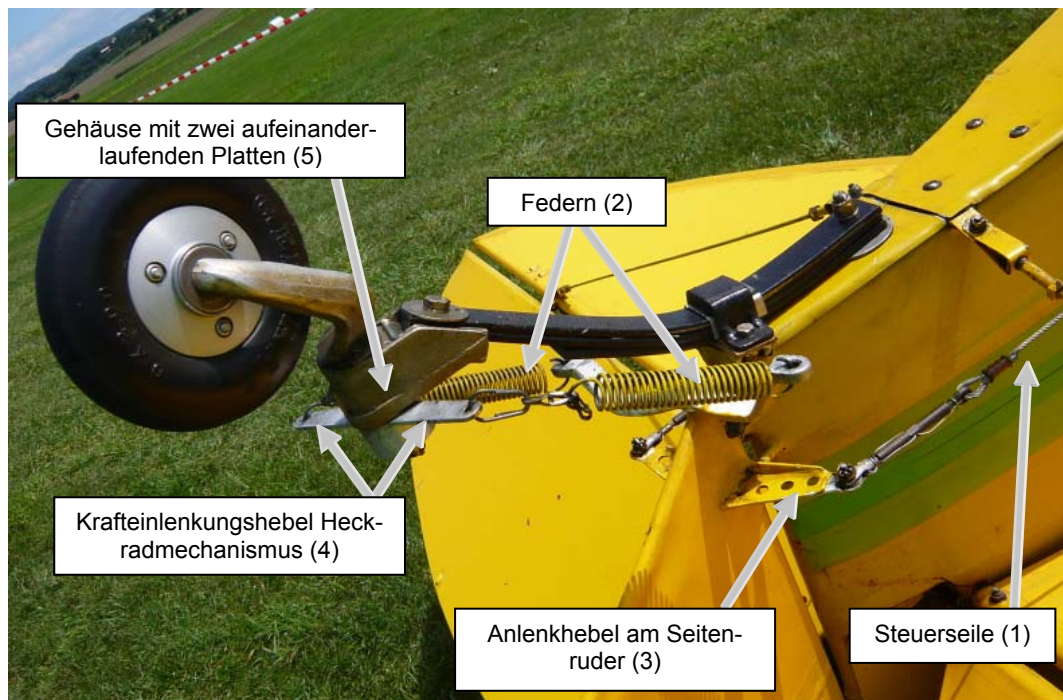


Abbildung 2: Heckrad (Typ Scott 2000) des Unfallflugzeuges

Dieses Heckrad wird vom Piloten über die Seitensteuerpedale via Seitensteuerseile (1) und Federn (2) gelenkt. Eine Seitensteuereingabe führt einerseits direkt zu einem entsprechenden Seitenruderausschlag, andererseits aber nur durch eine Feder gedämpft zu einem entsprechenden Heckradausschlag. Die Anlenkhebel (3) am Seitenruder sind über Federn (2) mit den beiden Krafteinlenkungshebeln (4) des Heckradmechanismus verbunden. Diese Federn bewirken eine Dämpfung und Verzögerung der Steuereingaben des Piloten und vereinfachen damit die Geradeaushaltung. Das Heckrad kann so über einen Bereich von 30° nach links oder rechts gesteuert werden. Über diesen Winkel hinaus kann das Heckrad ausgelenkt werden, in dem es auf der entsprechenden Seite z.B. mit Unterstützung der Radbremse über einen mechanischen Widerstandspunkt hinaus gedrückt wird. Der diesen Widerstandspunkt bewirkende Mechanismus besteht aus zwei in einem Gehäuse gekapselten aufeinander liegenden runden Platten (5), von denen die obere über Spiralfedern mit dem Seitensteuer und die untere mechanisch direkt mit dem Heckrad verbunden ist. Diese beiden Platten ihrerseits sind im Bereich von 30° links/rechts miteinander verbunden durch zwei Kugeln, welche mittels Federdruck von der unteren Platte aus in halbkugelförmige Aussparungen in der oberen Platte gedrückt werden und so den lenkbaren Bereich von 30° links/rechts begrenzen. Wenn z.B. durch asymmetrisches Bremsen beim Manövrieren am Boden der Heckradmechanismus über diesen Anschlag hinaus gedrückt wird, dann ist das Heckrad um 150° links/rechts freidrehbar. Sobald es wieder in den Bereich von 30° links/rechts gerät, rastet der beschriebene Mechanismus wieder ein und das Heckrad ist steuerbar. Mit dem Heckrad ausserhalb des 30° links/rechts Bereiches kann das Flugzeug am Boden nur durch asymmetrischen Einsatz der Radbremsen gelenkt werden.

Für eine korrekte Funktionsweise muss dieser Heckradmechanismus insbesondere beim Einsatz ab Graspisten regelmässig gereinigt und geschmiert werden.

Das Heckrad und dessen Drehmechanismus wurden nach dem Unfall ausgebaut und einer Fachwerkstatt zur Analyse übergeben. Das Resultat dieser Untersuchung wurde von der Fachwerkstatt wie folgt festgehalten:

„Der Drehmechanismus funktioniert einwandfrei, ist normal leichtgängig, alle Funktionen werden erfüllt.“

1.6 Angaben zur Pistenmarkierung

Die Graspiste des Flugfeldes Lommis war mit weissen Pistenmarkierungen versehen. Diese bestanden aus sprödem, dünnwandigem Hartplastik und waren mit Heringen in allen vier Ecken am Boden befestigt (siehe Abbildung 3).

Die Charakteristik des Hartplastiks ist dergestalt, dass dieser sofort zersplittert, wenn die Markierung von einem Flugzeugrad überrollt wird, ohne dabei nennenswerten Widerstand zu leisten.

Durch Wühlarbeit von Mäusen oder Maulwürfen werden solche Pistenmarkierungen gelegentlich von unten her mit Humus aufgefüllt. In der Folge werden sie dann zu einem stabilen und unnachgiebigen Hindernis.

Wie in Abbildung 3 zu sehen, war im vorliegenden Fall die Pistenmarkierung leer und bot dem Flugzeugrad einen nahezu vernachlässigbaren Widerstand.

Ferner waren deutlich geradlinig verlaufende Radspuren im Gras zu erkennen, welche vom rechten Hauptfahrwerk der HB-OXI stammten.

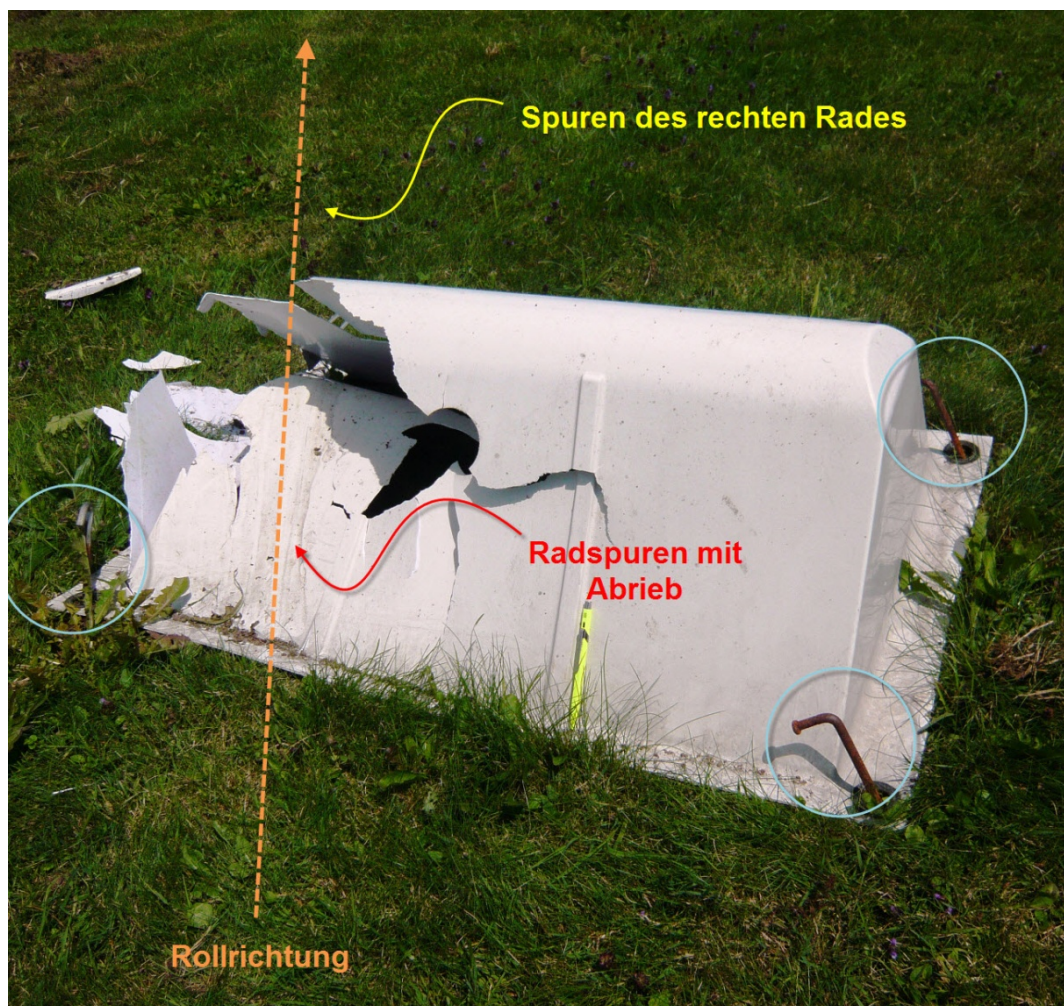


Abbildung 3: Pistenmarkierung in Rollrichtung betrachtet mit sichtbaren Abriebspuren des Flugzeugrades der HB-OXI

1.7 **Angaben zur Flugschule der Motorfluggruppe**

Die Bewilligung zum Betrieb einer Motorflugschule wurde der Flugschule der Motorfluggruppe Thurgau (MFGT) per 13. Juni 2008 unter der Berechtigungsnummer CH-RF 110'143 erteilt.

Für das Differenztraining auf das Flugzeugmuster Piper J3C bestand in der Motorflugschule der MFGT kein spezielles Umschulungsprogramm und keine speziellen Unterlagen, welche einen Kandidaten mit den Besonderheiten des Fliegens mit Heckradflugzeugen vertraut gemacht hätten. Ein solches war nicht vorgeschrieben.

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

Es liegen keine Anhaltspunkte für vorbestandene technische Mängel vor, die den Unfall hätten verursachen oder beeinflussen können.

2.2 Menschliche Aspekte

Der Fluglehrer verfügte über nahezu 100 Flugstunden Instruktionserfahrung auf Heckradflugzeugen und musste sich der speziellen Anforderung eines Flugzeugmusters wie der Piper J3C, bewusst gewesen sein. Der Flugschüler verfügte über keine Vorkenntnisse zu den speziellen Belangen von Heckradflugzeugen wie Geradeaushaltung bei Start und Landung resp. Kippneigung um die Querachse.

Der Fluglehrer, welcher den Piloten schon von anderen Ausbildungsflügen her gekannt hatte, führte mit diesem einige Wochen vor dem Beginn des Differenztrainings auf Piper J3C ein Differenztraining auf das Flugzeugmuster Czech Sport Aircraft Sportcruizer durch. Es ist daher nicht auszuschliessen, dass der Fluglehrer dem Piloten in der Folge mehr zutraute, als dieser zu leisten imstande war. In diesem Zusammenhang ist bemerkenswert, dass der Fluglehrer den Piloten anlässlich dessen Differenztraining auf den Sportcruizer nach 3 Stunden und 47 Minuten Flugzeit sowie 18 Landungen am Doppelsteuer auf den ersten Alleinflug mit diesem Muster gehen liess, ihn aber auf der bzgl. Kontrollierbarkeit (siehe Kapitel 2.3.2) anspruchsvolleren Piper J3C schon nach 2 Stunden und 15 Minuten Flugzeit mit 17 Landungen alleine fliegen liess.

Der Pilot bekundete schon beim ersten Start alleine an Bord Mühe, das Flugzeug lateral unter Kontrolle zu halten. Er verlor anlässlich der ersten Landung die Kontrolle über das Flugzeug, ohne dass sich die Rahmenbedingungen verschlechtert hätten. Dies bedeutet, dass der Pilot vom Fluglehrer zu einem verfrühten Zeitpunkt mit diesem Alleinflug betraut wurde.

Grundsätzlich lässt sich sagen, dass 17 Landungen am Doppelsteuer an der untersten Grenze des für eine solche erstmalige Differenzschulung auf ein Heckradflugzeug erforderlichen Trainings liegen. Für den Piloten reichte dieses offensichtlich nicht aus.

2.3 Betriebliche Aspekte

2.3.1 Anfluggeschwindigkeit

Nach Angaben des Piloten erfolgte der Anflug mit einer Geschwindigkeit von ca. 100 km/h. Ferner gab er an, dass es zu einer Dreipunkte-Landung innerhalb der ersten 150 m kam, was auch der Fluglehrer von seiner Position am Pistenrand beim „Lande-T“ beobachtete.

Diese Beobachtungen lassen den Schluss zu, dass der Pilot die gegenüber den vorgegebenen Werten (vgl. Kap. 1.3.2) zu hohe Anfluggeschwindigkeit kompensiert haben musste, indem er frühzeitig die Motorleistung auf Leerlauf setzte (*gate*) und den Lagewinkel um die Querachse erhöhte. Auf den Unfallhergang hatte die erhöhte Anfluggeschwindigkeit somit keinen Einfluss.

2.3.2 Kontrollierbarkeit

Bei Heckradflugzeugen wie dem Flugzeugmuster Piper J3C liegt der Schwerpunkt (*center of gravity* – CG) zwischen dem Hauptfahrwerk und dem Heckrad. Dadurch sind während des Rollens Heckradflugzeuge inhärent richtungsinstabil.

Eine kleine seitliche Störung führt zum Ausbrechen und muss vom Piloten aktiv mit Gegensteuer korrigiert werden.

Die Lage des Schwerpunktes beeinflusst die Kontrollierbarkeit eines Heckradflugzeuges in mehrerer Hinsicht, wie in den nachfolgenden Kapiteln ausgeführt ist.

2.3.2.1 Kontrolle um die Hochachse

Je weiter vorne der Schwerpunkt liegt, desto grösser ist die Distanz zum Leitwerk und somit zum Seitensteuer. Entsprechend verlängert sich der Hebelarm, mit welchem durch Einsatz des Seitensteuers die Kontrolle um die Hochachse ausgeübt wird. Durch das Aussteigen des Fluglehrers, welcher in der Piper J3C vorne sitzt, wurde der Schwerpunkt der HB-OXI auf dem Unfallflug gegenüber den vorhergehenden Schulungsflügen mit zwei Personen an Bord nach hinten verlegt, was zu einer reduzierten Kontrollierbarkeit führte. Für dieselbe Steuerwirkung musste der Pilot aufgrund des kürzeren Hebelarms einen grösseren Steuerflächenausschlag und somit einen grösseren Seitensteuerpedalausschlag ausführen. Während des Startlaufes muss der Pilot den Steuerknüppel mit einer gewissen Kraft nach vorne stossen, um das Flugzeug in die Startlage² zu bringen. Danach muss er diese Lage während der gesamten Beschleunigungsphase halten. Dazu muss er den Steuerdruck verringern. Findet diese Anpassung nicht statt, wird das Fahrwerk belastet, was zu einer Vorspannung der Federung führt. Daraus resultieren Kontrollprobleme um die Hochachse. Falls der Pilot irrtümlicherweise diese Abweichung mit den Querrudern korrigiert, verschlimmert dies die Situation und kann bis zum Kontrollverlust führen.

Beim Soloflug ist die einzusetzende Steuerkraft, um die richtige Startlage zu erreichen, geringer als beim Flug mit Fluglehrer. Die dazu verfügbare Zeit verkürzt sich aufgrund der grösseren Beschleunigung.

Weil in der Umschulung diese Aspekte nicht besprochen wurden, war sich der Pilot dieser Zusammenhänge unzureichend bewusst. Die beobachteten Probleme mit der Längsführung während des ersten Starts sowie nach der ersten, zum Unfall führenden Landung alleine an Bord, deuten darauf hin, dass der Pilot in dieser Hinsicht nicht genügend vorbereitet war.

Auf den Solo-Platzrunden standen Fluglehrer und Pilot in Funkkontakt. Nebst den üblichen Positionsmeldungen gab es jedoch keinen Wortwechsel, auch nicht nach der problematischen Längsführung während des ersten Startlaufes der Solo-Platzrunden. Der Fluglehrer, welcher den Startlauf vom „Lande-T“ aus verfolgt hatte, nahm diesen jedoch nicht zum Anlass, dem Piloten Hilfestellung für den bevorstehenden Anflug anzubieten.

2.3.2.2 *Full-stop*-Landungen, *touch-and-go* und Durchstart

Beim Start werden Seitenflosse und Seitenruder durch den Propellerwind angeblasen und haben, sobald der Pilot Vollgas gesetzt hat, schon beim Anrollen resp. bei tiefen Geschwindigkeiten eine gute aerodynamische Wirksamkeit, welche mit zunehmender Fahrt während des Startvorganges noch zunimmt; ebenso verhält es sich mit der Stabilität um die Hochachse.

Im Gegensatz dazu ist bei der Landung die aerodynamische Wirksamkeit von Seitenflosse und Seitenruder durch den Fahrtwind anfänglich noch gut, nimmt jedoch beim Reduzieren der Geschwindigkeit ab. Dadurch vermindert sich auch die Stabilität um die Hochachse während des Ausrollens bis zur Richtungsinstabilität. In der Folge werden immer grössere Ausschläge des Seitenruders benö-

² In der Startlage berührt nur das Hauptfahrwerk den Boden, bei einem leicht positiven Lagewinkel.

tigt, unter Umständen sogar ein asymmetrisches Betätigen der Radbremsen, um die Längsführung des Flugzeuges zu unterstützen.

Mit Blick auf die für den Piloten neue und ungewohnte Anordnung der Bremspedale (*heel brakes*) kann die Längsführung des Flugzeuges beim Ausrollen nach der Landung insbesondere bei Seitenwind als sehr anspruchsvoll bezeichnet werden. Besonders zum Tragen kommen diese Effekte erst bei *full-stop*-Landungen, weil nur bei solchen der ganz tiefe Geschwindigkeitsbereich erreicht wird. Anlässlich von *touch-and-go*-Übungen wird dieser Geschwindigkeitsbereich, in welchem die laterale Kontrolle aufgrund der abnehmenden Seitensteuer- und Seitenruderwirksamkeit immer grössere Steuereingaben des Piloten erfordert, nicht erreicht, weil in der Regel schon vorher die *go*-Phase des *touch-and-go* eingeleitet wird.

Der Pilot hatte im Rahmen seines Differenztrainings auf sein erstes Flugzeug mit Heckrad nur wenige Landungen mit Ausrollen bis zum Stillstand resp. bis zum Erreichen geringer Rollgeschwindigkeit durchgeführt. Dieser Aspekt kann dazu geführt haben, dass er sich der Problematik der abnehmenden Seitensteuerwirksamkeit nicht bewusst war und in der Folge mit seinen Steuereingaben anlässlich des zum Unfall führenden Ausrollvorganges immer etwas zu spät dran war, was das Aufschaukeln begünstigt haben dürfte. Zudem war er nicht darauf vorbereitet, in der letzten Phase des Ausrollens mittels Einsatz der Radbremsen die abnehmende aerodynamische Wirkung von Seitenflosse und Seitenruder zu kompensieren.

Treten im Verlaufe des Ausrollens nach der Landung Probleme mit der Geradeaushaltung auf, dann führt die mit dem Einleiten des Durchstartmanövers durch das Setzen von Startleistung unverzüglich wieder vorhandene Anströmung des Seitenruders zur sofortigen Zurückgewinnung der Kontrolle über das Flugzeug. Im Verlaufe des Differenztrainings wurde am Morgen des Unfalltages kein einziger Durchstart absolviert. Ob am ersten Schulungstag vom 22. Juli 2011 Durchstartmanöver ausgeführt wurden, kann aus den Aussagen des Flugschülers resp. des Fluglehrers nicht eindeutig entnommen werden. Somit war dem Piloten diese Möglichkeit zur Zurückgewinnung der Kontrolle über das Flugzeug zu wenig bewusst, was als Mangel in der Ausbildung bezeichnet werden muss.

2.3.2.3 Kontrolle um die Querachse

Je nach Beladung (Pilot/Fluglehrer, Gepäck, Tankfüllung) liegt der Schwerpunkt näher oder weiter hinter dem Hauptfahrwerk. Liegt der Schwerpunkt nahe dem vorderen Limit, d.h. nahe am Hauptfahrwerk, dann wirken folgende Faktoren einzeln oder in Kombination begünstigend für eine Drehung um die Querachse, d.h., ein Kippen auf die Flugzeugnase oder einen Überschlag:

- brüskes Bremsen oder brüske Verzögerung z.B. aufgrund von Einrollen oder Landen in tiefes Terrain.
- Betätigen der Bremsen, wenn gleichzeitig die Motorleistung nicht auf Leerlauf ist.
- ungenügender Abtrieb am Heck, d.h. bei Anströmung des Höhensteuers bewirkt durch die Rollgeschwindigkeit oder Propellerwind und gleichzeitig sich nicht in der korrekten Lage befindliches Höhensteuer.
- ungenügender aerodynamischer Abtrieb am Heck, zum einen bedingt durch mangelnde Anströmung des Höhensteuers durch zu geringen Fahrt- oder Propellerwind, zum anderen durch das Höhensteuer, welches sich in einer falschen oder ungenügend ausgeschlagenen Position befindet.

Im vorliegenden Fall führte eine Kombination aus zu späten und möglicherweise deshalb zu grossen Seitensteuereingaben zu einem Aufschaukeln der Bewegungen um die Hochachse und damit zu einem Verlust der lateralen Kontrolle am Boden. Dies wurde begünstigt durch den nach hinten verlagerten Schwerpunkt im Alleinflug gegenüber den vorangegangenen Flügen am Doppelsteuer.

Mit Blick auf den dynamischen Ablauf der Landung ist es unwahrscheinlich, dass der Fluglehrer per Funk mittels Anweisungen in dieser Phase den Unfall hätte abwenden können.

2.3.3 Überschlag

Im vorliegenden Fall war das Plastikgehäuse der Pistenmarkierung leer und bot dem Flugzeugrad einen nahezu vernachlässigbaren Widerstand. Die dabei verursachte Verzögerung dürfte minimal gewesen sein und somit kaum zum Überschlag beigetragen haben. Es ist daher davon auszugehen, dass der Pilot anlässlich des Verlustes der lateralen Kontrolle und angesichts der drohenden Kollision mit der Pistenmarkierung die Bremsen zu brüsk betätigt hat. Dieser Sachverhalt ist belegt durch sichtbare Spuren von Abrieb auf dem weissen Plastik (vgl. Abbildung 3), welcher auf ein blockiertes Rad hindeutet.

Dieser zu starke Einsatz der Bremsen führte dazu, dass sich in der Folge das Flugzeug überschlug.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Die Untersuchung ergab keine Anhaltspunkte für vorbestandene technische Mängel, die den Unfall hätten verursachen oder beeinflussen können.
- Das Flugzeug war zum VFR-Verkehr bei Tag zugelassen.
- Masse und Schwerpunkt lagen innerhalb der zulässigen Grenzen.
- Die letzte 50-Stundenkontrolle fand am 29. April 2011 bei 2658:50 Betriebsstunden statt.
- Die letzte 100-Stunden-/Jahreskontrolle fand am 24. Juni 2011 bei 2692:42 Betriebsstunden statt.
- Zum Unfallzeitpunkt war genügend Treibstoff im Tank vorhanden.

3.1.2 Pilot und Fluglehrer

- Der Pilot besass die für den Flug notwendigen Ausweise.
- Sowohl bei Piloten als auch beim Fluglehrer liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Störungen während des Unfallfluges vor. Die Blutprobe des Piloten enthielt keinen Alkohol.
- Der Fluglehrer hatte auf dem Unfallmuster eine Flugerfahrung von 27:36 Stunden und eine Gesamterfahrung auf Heckradflugzeugen von 98:12 Stunden.
- Der Pilot hatte auf dem Unfallmuster eine Flugerfahrung von 3:10 Stunden mit 15 Landungen, davon 7 Minuten solo an Bord auf dem Unfallflug. Die effektive Flugzeit vor dem Unfallflug betrug 2:15 Stunden.
- Der Pilot sass sowohl während der Einweisung am Doppelsteuer als auch beim Alleinflug auf dem hinteren Sitz.

3.1.3 Flugverlauf

- Das Flugzeug HB-OXI startete um ca. 10:55 Uhr auf der Piste 06 des Flugfeldes Lommis (LSZT).
- Der Anflug erfolgte ohne Glissade mit einer Anfluggeschwindigkeit von ca. 100 km/h.
- Es erfolgte eine Dreipunkte-Landung innerhalb der ersten 150 m ab Pistenchwelle mit nach oben ausgeschlagenem Höhenruder.
- Nach der Landung zog das Flugzeug nach rechts.
- Der Pilot machte eine Gegenkorrektur nach links mittels Seiten- und Querruder.
- Das Flugzeug überquerte die Pistenmitte, und das rechte Rad überrollte eine der weissen Kunststoffpistenmarkierungen.

- Auf dem weissen Hartplastik der Pistenmarkierung ist deutlicher Abrieb eines blockierten Reifens zu erkennen.
- Das Flugzeug kippte nach vorne, überschlug sich über den Bug und kam in Rückenlage zum Stillstand.

3.1.4 Rahmenbedingungen

- Das Wetter hatte keinen Einfluss auf den Unfallhergang.

3.2 Ursachen

Der Unfall ist auf einen Kontrollverlust bei der Landung zurückzuführen, was zu einem seitlichen Verlassen der Piste und einem Überschlag führte.

Zum Unfall beigetragen haben:

- Eine zu optimistische Beurteilung der Fähigkeiten des Piloten durch den Fluglehrer.
- Unzweckmässiger Einsatz der Radbremsen.

Payerne, 13. Dezember 2012

Schweizerische Unfalluntersuchungsstelle

Dieser Schlussbericht wurde von der Geschäftsleitung der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle SUST genehmigt (Art. 3 Abs. 4g der Verordnung über die Organisation der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle vom 23. März 2011).

Bern, 8. Januar 2013