



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. 2212 **der Schweizerischen** **Unfalluntersuchungsstelle SUST**

über den Unfall des Segelflugzeuges
DG-400, HB-2202

vom 17. Juni 2013

Grenchen/SO

Cause

L'accident est dû à un atterrissage d'urgence du planeur à décollage automatique en raison d'une panne moteur peu après le décollage.

Le mauvais état du moteur et de ses accessoires a contribué à l'accident.

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Dieser Bericht enthält die Schlussfolgerungen der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle (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 (*co-ordinated universal time* – UTC) lautet:

LT = MESZ = UTC + 2 h.

Schlussbericht

Luftfahrzeugmuster DG-400 HB-2202

Halter Privat

Eigentümer Privat

Pilot Schweizer Bürger, Jahrgang 1961

Ausweis Segelflugglizenz (*glider*) nach den Grundsätzen der internationalen Zivilluftfahrtorganisation (*international civil aviation organisation* – ICAO), erstmals ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) am 3. September 2003

Flugstunden

insgesamt	1208 h	während der letzten 90 Tage	15 h
auf dem Unfallmuster	1121 h	während der letzten 90 Tage	15 h

Ort 1 km südwestlich der Piste des Regionalflugplatzes Grenchen (LSZG)

Koordinaten 597 661 / 224 616 (Swiss Grid 1903) **Höhe** 429 m/M

Datum und Zeit 17. Juni 2013, 12:16 Uhr

Betriebsart VFR, privat

Flugphase Start

Unfallart Kontrollverlust

Personenschaden 1 Pilot, unverletzt

Schaden am Luftfahrzeug Schwer beschädigt

Drittschaden Geringer Landschaden

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

1.1.1 Allgemeines

Die folgenden Angaben basieren auf Aussagen des Piloten und von Augenzeugen sowie den Aufzeichnungen des im Segelflugzeug eingebauten Kollisionswarngerätes FLARM.

1.1.2 Vorgeschichte

Der Pilot und Halter des Segelflugzeuges DG-400, eingetragen als HB-2202, war seit mehreren Jahren im Ausland wohnhaft und kam während der Segelflugsaison in die Schweiz, um einige Segelflüge auszuführen. Im Jahr 2011 flog er mit seinem Segelflugzeug in 13 Flügen 54:39 Stunden und im Jahr 2012 in 10 Flügen 46:20 Stunden. Der letzte Flug fand am 23. Juni 2012 statt.

Im darauffolgenden Jahr fand der erste Flug am 7. Juni 2013 statt. Bis zum Unfall startete der Pilot insgesamt viermal mit der HB-2202, wobei bei drei Flügen Motorenprobleme auftraten.

Das Segelflugzeug war in einem Anhänger am südlichen Rand der Segelflughalle des Regionalflugplatzes Grenchen untergebracht.

1.1.3 Flugverlauf

Gegen Ende des Vormittags des 17. Juni 2013 montierte der Pilot seine eigenstartfähige DG-400 so, wie er dies immer tat. Er führte die Vorflugkontrollen durch und füllte den Treibstoffrumpftank der HB-2202 auf. Nach einem *backtrack* auf der Graspiste 25 für Segelflugzeuge führte er den *run-up check* durch. Gemäss Angaben des Piloten funktionierte alles und er dachte „(...) *der Motor lief wie früher*“.

Um 12:15 Uhr startete der Pilot mit der HB-2202 auf der Graspiste 25 des Regionalflugplatzes Grenchen (vgl. Abbildung 1). Gemäss Angaben des Piloten funktionierte während des Startvorgangs alles einwandfrei. Angesichts der relativ hohen Lufttemperatur sei die Leistung des Triebwerks gut gewesen, und die DG-400 habe ungefähr nach zwei Dritteln der Pistenlänge abgehoben. Als die HB-2202 ungefähr eine Flughöhe von 30 Meter über Grund erreicht hatte, nahm die Leistung des Triebwerks ab. Der Pilot beschrieb den Leistungsverlust „*wie wenn man den Benzinhebel zudreht (...), nicht schlagartig, wie wenn zum Beispiel die Zündung abgestellt hätte*“. Er drückte sofort den Steuerknüppel, um Fahrt aufzunehmen. Dabei steuerte er die HB-2202 nach links, um Bäumen auszuweichen.

Bei der Notlandung in einem Weizenfeld drehte sich das Segelflugzeug 90° um die Hochachse nach rechts, nachdem der rechte Flügel den Bewuchs berührt hatte. Der Pilot konnte das beschädigte Segelflugzeug unverletzt aus eigener Kraft verlassen.

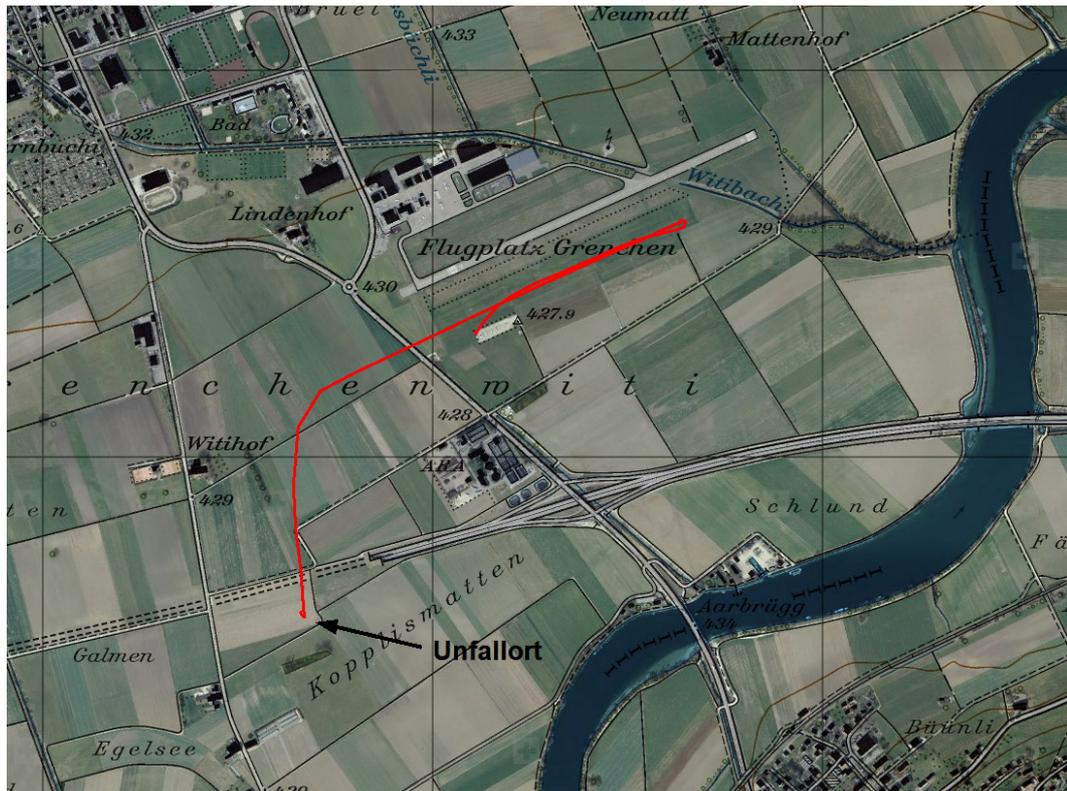


Abbildung 1: Der Roll- und Flugweg der HB-2202, aufgezeichnet durch das Kollisionswarnsystem FLARM in einem Intervall von 4 und 8 Sekunden, eingetragen in eine mit Orthofoto überlagerte Karte mit Detaillierungsgrad 1:25 000. Der Abstand zwischen den Gitternetzlinien beträgt 1 km.

1.2 Meteorologische Angaben

1.2.1 Allgemeine Wetterlage

Die Schweiz befand sich auf der Vorderseite eines Troges über Westeuropa in Tropikluft.

1.2.2 Wetter zur Zeit des Unfalls

Das Wetter war sonnig und in Bodennähe windschwach.

Wind	Variabel, 2 kt
Meteorologische Sicht	20 km
Temperatur / Taupunkt	27 °C / 18 °C
Luftdruck QNH	1014 hPa

1.3 Angaben zum Luftfahrzeug

1.3.1 Allgemeines

Eintragungszeichen	HB-2202
Luftfahrzeugmuster	DG-400
Charakteristik	Einsitziges, eigenstartfähiges Hochleistungssegelflugzeug mit Klapptriebwerk
Hersteller	DG Flugzeugbau GmbH, Bruchsal, Deutschland

Baujahr	1991
Triebwerk	Rotax 505 A, Seriennummer: 3.332.872 Hersteller: Bombardier Rotax GmbH, Gunskirchen, Österreich Bauart: Luftgekühlter 500-ccm-Zweizylinder- Zweitaktmotor, Startleistung (max. 5 min.) 31.7 kW (43 PS) bei 6200 U/min Maximale Dauerdrehzahl 6100 U/min
Vergaser	Hersteller, Typ: MIKUNI, BN38
Zündanlage	Hersteller: Ducati, elektronische Doppelzündung
Masse und Schwerpunkt	Maximale Abflugmasse: 460 kg bei 17 m Spann- weite Masse und Schwerpunkt befanden sich zum Zeit- punkt des Unfalls innerhalb der gemäss Flug- handbuch zulässigen Grenzen
Betriebszeiten	Zelle: 2164:12 h TSN ¹ Triebwerk: 129:24 h TSN
Treibstoff	Autobenzin, Zweitaktgemisch
Treibstoffrumpftank	Inhalt: 20 Liter, ausfliegbar
Treibstoffmenge	Aus dem Tank des Wracks konnten 17 Liter ent- nommen werden
Lufttüchtigkeitszeugnis	Ausgestellt durch das BAZL am 29. August 2007 / Nr. 4
Lufttüchtigkeitsfolgezeugnis	Datum der Ausstellung: 3. Juli 2012 Datum des Ablaufs der Gültigkeit: 30. September 2013

1.3.2 Flughandbuch

Der Berichtigungsstand des Flughandbuchs an Bord der HB-2202 war nicht aktuell. Mehrere Handbuchrevisionen fehlten, die letzte war vom November 1992 datiert. Die letzte Handbuchrevision, die von der Herstellerin des Segelflugzeuges angeordnet wurde, stammt vom Juni 2004. Die fehlenden Handbuchrevisionen betreffen operationelle Aspekte und den Unterhalt der DG-400.

Im Flughandbuch ist im Kapitel „4.2 Kontrolle vor dem Start“ unter anderem Folgendes vermerkt:

„(...)

Zusätzlich bei Eigenstart

11. Kraftstoffmenge?
12. Haube offen, Propellerkreis frei?
13. Nach dem Anlassen Haube schliessen.
14. Einzelzündkreise prüfen.

¹ TSN : Betriebszeit seit Herstellung (*time since new*)

15. *Startdrehzahl prüfen.*

16. *Kraftstoffdurchfluss prüfen.*

14 – 16 siehe 4.3.1

(...).

Im Kapitel „4.3 *Eigenstart*“ unter „4.3.1 *Anlassen des Motors am Boden*“ ist unter anderem Folgendes vermerkt:

„(...)

n) *Vollastdrehzahl prüfen. Dazu ist ein Helfer erforderlich, der das Flugzeug an der Rumpfspitze hält. Min. 5800 U/min.*

o) *Kraftstoffdurchfluss prüfen.*

Bei mit Vollgas laufendem Motor den Umschalter auf Avionik schalten. Dadurch wird die elektrische Benzinpumpe abgeschaltet.

Sofern ein Drehzahlabfall zu hören ist, darf nicht gestartet werden. Der Kraftstofffilter ist zu sehr verschmutzt und zu wechseln bzw. zu reinigen.

(...).

Die oben genannten Auszüge aus dem Flughandbuch sind von den seit 1992 publizierten Flughandbuchrevisionen nicht betroffen.

1.3.3 Wartungshandbuch

Der Berichtigungsstand des Wartungshandbuchs war nicht aktuell und datierte vom 29. Oktober 1996. Die Herstellerin publizierte weitere Revisionen; die letzte überarbeitete Ausgabe stammte von Dezember 2009.

1.3.4 Unterhaltsarbeiten, Testflüge und getroffene Massnahmen

Folgende Unterhaltsarbeiten wurden innerhalb des letzten Jahres vor dem Unfall durchgeführt:

- 3. Juli 2012, Zelle 2152:19 h TSN, Motor 128:55 h TSN:
Im Prüfbericht über die Luftfahrzeugprüfung durch das BAZL wurde als Punkt „Level 2“ festgehalten, dass die Treibstoffleitungen gemäss Wartungshandbuch ausgetauscht werden müssen.

- 18. Juli 2012:
Ein zertifizierter Unterhaltsbetrieb in Grenchen ersetzte die Treibstoffleitungen teilweise mit Schläuchen, die in anderen Flugzeugen zur Anwendung kommen. Gemäss Angaben des Unterhaltsbetriebs wurde der Pilot darüber informiert. Die Arbeiten wurden danach vom Unterhaltsbetrieb bestätigt. Ein nachfolgender Test durch den Piloten verlief nicht zufriedenstellend, da der Motor nur eine Drehzahl von 3000 U/min erreichte. Eine fehlende Blende der Rücklaufdrossel in der Benzinrücklaufleitung musste nachträglich eingebaut werden.

Beim wiederholten Test drehte der Motor für den Piloten zufriedenstellend, so dass dieser noch am selben Tag zu einem Testflug starten wollte. Den Startvorgang in Grenchen musste er aber nach der Hälfte der Pistenlänge abbrechen, da die Drehzahl des Motors zusammenfiel. Daraufhin beendete der Pilot seine Segelflugsaison und verstaute die DG-400 im Anhänger am Rand der Segelfluggpiste des Regionalflugplatzes Grenchen, wo dieser bis im Mai 2013 parkiert blieb.

- 27. Mai 2013:
Der Pilot kehrte aus dem Ausland zurück und führte die Jahreskontrolle an der Zelle und am Triebwerk der DG-400 aus. Er kontaktierte denselben Unterhaltsbetrieb und beauftragte diesen mit der Revision der Vergaser.
- 7. Juni 2013:
Die Vergaser wurden ausgebaut, gereinigt und nach Ersatz der Membranen wieder eingebaut. Gemäss dem Rapport des Unterhaltsbetriebs wurde ein Test durchgeführt und vermerkt: „*Prüflauf durchgeführt i.O.*“ Nach Angaben des Piloten hatte er bei diesen Arbeiten auf eigenen Wunsch hin geholfen und den Funktionstest selbst durchgeführt.
Beim Testflug ab dem Regionalflugplatz Grenchen lief der Motor gemäss Angaben des Piloten bis auf 1000 m/M gut, wo er einen Drehzahlabfall von 300 bis 400 U/min feststellte. Der Pilot setzte den Steigflug bis auf 1400 m/M fort, wo er den Motor abstellte. Im Flugreisebuch der HB-2202 befindet sich folgender Eintrag: „*Benzinschläuche ersetzt, Vergaser rev. Testflug OK.*“
- 8. Juni 2013, Zelle 2160:07 h TSN, Motor 129:00 h TSN:
Vor dem Start des Fluges checkte der Pilot nach seinen Angaben „*alles*“, konnte aber keine Fehler feststellen. Während des Steigfluges geschah dasselbe, wie beim Flug am 7. Juni. Nach dem Flug demontierte er die Zündkerzen und kontrollierte den Benzindruck, ohne an den Einstellungen etwas zu ändern.
- 13. Juni 2013, Zelle 2164:07 h TSN, Motor 129:05 h TSN:
Der Pilot startete erneut mit der HB-2202. Kurz nach dem Abheben stellte er einen kleinen Leistungsverlust fest. Zuerst erwog er, den Start abzubrechen, verwarf dann aber diesen Entscheid, da er schon zu nahe an einer Strasse war. Danach verlief die Steigflugphase mit einer etwas reduzierten Leistung bei einer Motordrehzahl von 5700 U/min.
Er stieg bis auf eine Höhe von 2000 m/M, um im Gleitflug den Nahkontrollbezirk (*terminal control area – TMA*) von Bern zu umfliegen. In die Region Schwarzsee nahm er erneut den Motor in Betrieb, um in Richtung Zweisimmen zu steigen. Der Motor sprang normal an, begann aber nach einer Minute zu stottern, „*wie wenn man die Treibstoffzufuhr abstellen würde*“. Danach lief der Motor erneut wie vorher.
Gemäss Angabe des Piloten besprach er diese Vorkommnisse danach mit einem Fachmann des Unterhaltsbetriebs, der sich allerdings an ein solches Gespräch nicht erinnert. Der Pilot beschloss die Zündboxen selbst auszutauschen, da der Fachmann keine Ideen für die Behebung der Funktionsstörungen gehabt habe.
Im Flugreisebuch der HB-2202 ist Folgendes eingetragen: „*Wieder Drehzahlabfall auf 1200 m/M.*“
- 16. Juni 2013:
Am Tag vor dem Unfall ersetzte der Pilot beide Zündboxen und änderte die Zündverkabelung sowie den Masseanschluss. Bei einem anschliessenden Testlauf, den der Pilot zusammen mit einem Kollegen ausführte, erreichte der Motor eine Drehzahl von 6000 U/min. Es konnten keine Probleme festgestellt werden.

1.4 Angaben über die Unfallstelle, den Aufprall und das Wrack

1.4.1 Unfallstelle und Aufprall

Die Endlage des Wracks befand sich in einem Weizenfeld, 970 Meter südwestlich der Schwelle der Piste 07 des Regionalflugplatzes Grenchen. Im Maisfeld nördlich der Unfallstelle wurden Spuren festgestellt, die durch den Rumpf der HB-2202 verursacht worden waren und die sich im Weizenfeld fortsetzten.

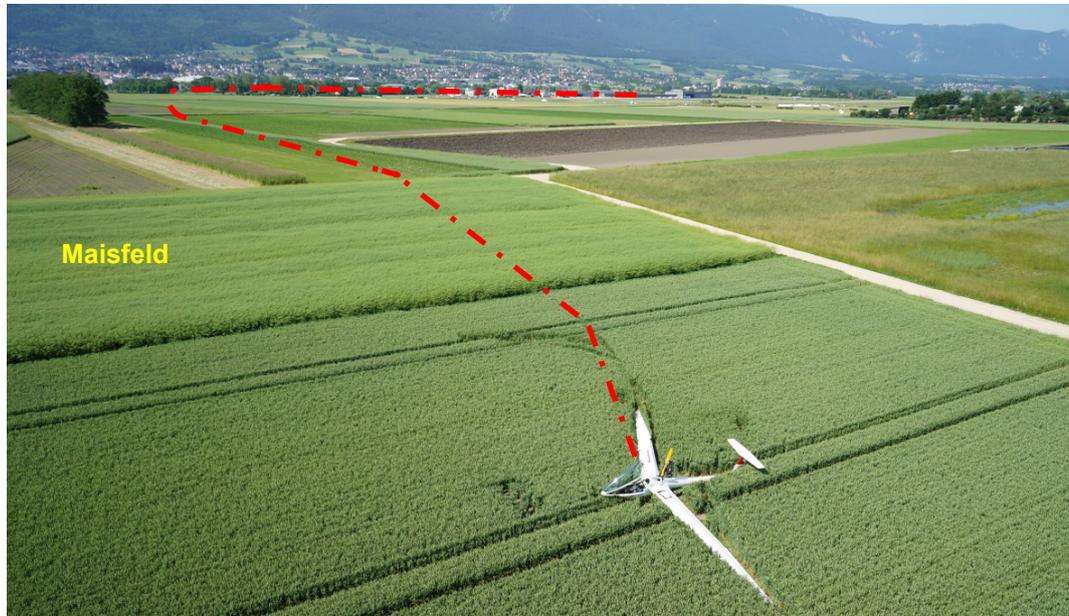


Abbildung 2: Die Aufnahme zeigt die Wracklage in Blickrichtung Grenchen.

1.4.2 Wrack

Der rechte Flügel, insbesondere im Bereich der Flügelwurzel, und der hintere Teil des Rumpfes waren schwer beschädigt.

Stellungen von diversen Elementen, Schaltern und Bedienungselementen an der Unfallstelle:

- Das Fahrwerk war ausgefahren.
- Das Triebwerk war ausgefahren und der Propeller stand senkrecht.
- Der Bremsklappenhebel war in vorderer Position verriegelt (Bremsklappen eingefahren) und die Bremsklappe des rechten Flügels war ausgefahren.
- Der Wölbklappenhebel war in der Stellung 0°.
- Der Gashebel war in vorderster Position (Vollgasstellung).
- Der Hebel für den *choke* war gedrückt (*choke* offen – Flugposition).
- Der Brandhahn im Cockpit war geschlossen.
- Die rote Abdeckklappe zum Triebwerknotschalter, an der rechten Bordwand im Cockpit, war hochgeklappt (entsichert).
- Es wurde kein Treibstoffleck festgestellt.
- Der Handlochdeckel am Rumpf war geöffnet.
- Die Treibstoffleitungen zwischen der Vakuumpumpe und den Vergasern waren leer.
- Der Kugelhahn im Rumpf neben dem Treibstofftank war offen.
- Alle elektrischen Schalter und die Zündung waren ausgeschaltet.
- Es war kein Notsender an Bord.



Abbildung 3: Beschädigung der Wurzel des rechten Tragflügels der HB-2202.

1.5 Versuche und Forschungsergebnisse

1.5.1 Allgemeines

Die Zelle der DG-400 wurde einer visuellen Prüfung unterzogen. Aufgrund der Prüfung der Steuerorgane, der Montage der Tragflügel und des Höhenleitwerks konnten keine vorbestehenden Mängel festgestellt werden.

1.5.2 Triebwerk

Am Triebwerk waren mehrere Halterungen und Schraubverbindungen korrodiert. Die Verbindungsschraube zwischen den beiden Hebeln der Vergaserdrosselklappen war lose.

Der untere linke Vibrationsdämpfer der Motorbefestigung war beschädigt. Beide Laschen des Vibrationsdämpfers waren gebrochen. Die Untersuchung der Bruchflächen zeigte, dass es sich um Ermüdungsbrüche handelte.

Die vier Zündkerzen wurden ausgebaut, kontrolliert und in einer Testvorrichtung getestet. Alle vier Zündkerzen funktionierten, die Farben der Elektroden und die Einstellungen waren zufriedenstellend. Der Zündkreis wurde überprüft und war funktionstüchtig. Ohne die eingebauten Zündkerzen liess sich der Motor am Propeller von Hand ohne wesentlichen Kraftaufwand drehen.

An den Innenflächen der Zylinder und an den Kolbenhemden konnten Schleifspuren festgestellt werden. Auf den Oberflächen der Kolbenböden waren Abnutzungen erkennbar.



Abbildung 4: Der Blick in den Zylinderraum zeigt Beschädigungen an Zylinder und Kolben.

Aufgrund dieses vorgefundenen Zustands wurde auf einen Testlauf des Motors verzichtet.

1.5.3 Treibstoffsystem

Eine elektrische Kraftstoffpumpe ist im Dauerbetrieb, solange der Umschalter des *digital engine indicator* (DEI) auf Motorflugbetrieb geschaltet ist. Eine Vakuumpumpe, die vom Unterdruck im Kurbelgehäuse gespeist wird, ist in Serie zur elektrischen Kraftstoffpumpe installiert (siehe Schema des Treibstoffsystems in Anlage 1).

Zwischen dem Brandhahn im Cockpit und den Vergasern war ein transparenter Kraftstofffilter aus Kunststoff mit einer Papierfiltereinheit eingebaut. Dieser Einbauort ist im Treibstoffschema der Herstellerin nicht vorgesehen. Die Qualität des Filters entspricht nicht den Empfehlungen der Herstellerin.

Die Befestigung des flexiblen Treibstoffschlauchs für die Treibstoffzufuhr am hinteren Vergaser war lose.

Die Laboranalyse des entnommenen Treibstoffs ergab keine Besonderheiten.

1.5.4 Zusätzliche Untersuchungen

Die Herstellerin untersuchte in ihrem Werk das Kraftstoffsystem, das Zündsystem und den Motor der DG-400 und kam zu folgenden Ergebnissen:

„Allgemeine Sichtkontrolle mit folgendem Befund

1. *Benzinhähne sind abgelaufen und nicht gemäß TM 826/45 ersetzt worden.*
2. *Am Motor sind falsche Benzinschläuche (ohne Metallgeflecht) installiert.*
3. *Im Bereich des Motors ist wider dem Handbuch ein Benzinfilter installiert. Dies ist ein nicht zugelassener Papierfilter.*
4. *Die Verlegung der Benzinschläuche entspricht nicht dem Muster.*
5. *Die Zündkabel sind nicht ordnungsgemäß verlegt.*
6. *Ein Masseanschluss der Zündverkabelung entspricht nicht dem Schaltplan und war lose.*
7. *Es wurden Zündboxen unbekannter Herkunft eingebaut und die TM 826/46 nicht beachtet.*

8. Die Drosselklappenkoppelung ist nicht ordnungsgemäß verschraubt.
9. Der Benzinlauf zum hinteren Vergaser ist lose und undicht.
10. Die elektrische Benzinpumpe ist undicht.
11. Die Schläuche Tank-Absperrhahn und Tank-Drainer sind sehr alt und abgelaufen.

Fehlersuche

1. An den Vergasern kommt kein Benzin an.
2. Auch vor und hinter dem zusätzlich verbauten Benzinfilter kommt kein Benzin an.
3. Der Einbau einer neuen elektrischen Benzinpumpe brachte keine Veränderung.
4. Auf der Auslaufseite der Vakuumpumpe kommt kein Benzin an.
5. Die Vakuumpumpe wurde ausgebaut und auseinandergebaut. In der Kammer auf der Auslaufseite befand sich kein Benzin.
6. Die Brennräume der Zylinder wurden untersucht. Dabei konnten in beiden Zylindern und an beiden Kolben deutliche Fressspuren festgestellt werden.

Ergebnis

Ursache für das Abstellen des Motors in der Startphase ist eine defekte Vakuumbenzinpumpe. Dieser Defekt führte zur Abmagerung des Gemisches, bis der Motor gar kein Benzin mehr bekam. Diese Abmagerung des Gemisches führte zum Abstellen und Fressen des Motors.

Dies wäre mit einer ordnungsgemäßen Kontrolle vor dem Start bzw. einer ordnungsgemäßen Wartung vermeidbar gewesen. Das Handbuch der DG-400 schreibt die Überprüfung der Vakuumbenzinpumpe vor jedem Eigenstart und bei jeder 25h-Kontrolle vor.“

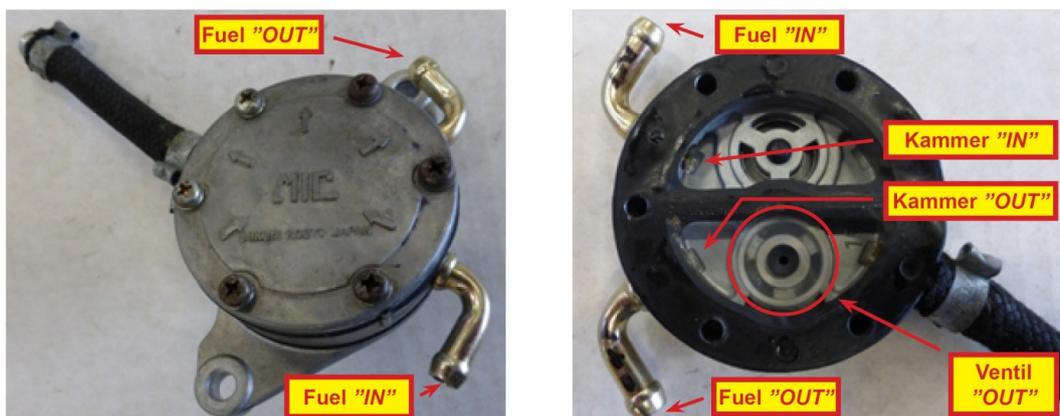


Abbildung 5: Vakuumpumpe vom Typ MIKUNI.

Die Untersuchung der Vakuumpumpe vom Typ MIKUNI zeigt, dass der Treibstoff in die Kammer „IN“ eintrat, jedoch nicht aus der Kammer „OUT“ austrat. Mehrere Funktionstests bestätigten diese Fehlfunktion des Ventils. Die Ursache für das Versagen konnte nicht restlos geklärt werden.

Gemäss den technischen Unterlagen wurde die Vakuumpumpe nie ersetzt.

1.6 Zusätzliche Angaben

1.6.1 Unterhaltsarbeiten

Der Pilot verfügte über eine Genehmigung des BAZL, die ihm erlaubte, spezifische Unterhaltsarbeiten an der HB-2202 selbst vorzunehmen. Die Instandhaltungsarbeiten, die er vornehmen durfte, waren in der „*Deklaration zum Instandhaltungsprogramm / Maintenance Program (AMP) für Motorsegler, Segelflugzeuge und Segelflugzeuge mit Klapptriebwerk*“ festgehalten, die am 23. August 2010 durch das BAZL genehmigt wurde.

Einige Unterhaltsarbeiten, die er ausgeführt hatte, waren in dieser Genehmigung nicht enthalten. Dazu zählen das Austauschen der Zündboxen sowie die Modifikation der Zündverkabelung und des Treibstoffverteilsystems.

Die Herkunft der Zündboxen, die am 16. Juni 2013 ausgetauscht wurden, konnte nicht eruiert werden. Der Austausch ist in den technischen Akten nicht dokumentiert.

Die im Wartungshandbuch der Herstellerin empfohlenen, periodisch durchzuführenden Arbeiten sowie der Austausch der Schnellschlussventile und der flexiblen Kraftstoffleitungen wurden nicht regelmässig durchgeführt. Die Herstellerin empfiehlt den Austausch der Kraftstoffleitungen auf Seite des Motors alle drei Jahre und auf Seite der Zelle alle sechs Jahre, wie für die Schnellschlussventile auch. Die Kraftstoffleitungen wurden im Jahr 2013 nur teilweise ersetzt, und das verwendete Material entsprach nicht den Empfehlungen der Herstellerin.

Die Herstellerin des Motors schrieb im *service bulletin* SB-505-010R1 und in der *service instruction* SI-11-1996 vom Januar 1998 im Falle einer Stillstandzeit des Motors von mehr als 8 Wochen bis zu einem Jahr eine Konservierungsprozedur für den Motor und danach dessen Wiederinbetriebnahme vor. In den technischen Unterlagen der HB-2202 finden sich keine Hinweise auf die Durchführung einer solchen Prozedur, obwohl die Voraussetzungen dazu gegeben waren. Zusätzlich schreibt die Herstellerin den Austausch der Vakuumpumpen nach 300 Betriebsstunden oder nach 6 Jahren vor.

Gemäss dem Wartungshandbuch sollte das Triebwerk jeweils nach 25 Betriebsstunden einer Kontrolle unterzogen werden. Gemäss den technischen Unterlagen der HB-2202 wurden diese Kontrollen nicht regelmässig durchgeführt.

Die für die DG-400, eingetragen als HB-2202, relevanten technischen Mitteilungen (TM) der Herstellerin und die Lufttüchtigkeitsanweisungen (LTA) des BAZL waren in den technischen Unterlagen nicht eingetragen.

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

Die DG-400, eingetragen als HB-2202, wurde vom Piloten nur einige Male pro Jahr während der Segelflugsaison geflogen. Die übrige Zeit war sie in einem Anhänger im Freien untergebracht, was allerdings nicht unüblich ist.

Der Motor wurde 1991 bei der Herstellung der HB-2202 eingebaut. In den technischen Unterlagen gibt es keine Hinweise auf allfällige Revisions- oder Instandsetzungsarbeiten am Motor. In Anbetracht der langen Stillstandzeiten und des Alters des Motors sind die Funktionsstörungen der Vakuumpumpen nicht ungewöhnlich. Die Schäden an den Zylindern und Kolben sowie die Korrosionsspuren an der Motorhalterung hätten mit grosser Wahrscheinlichkeit durch sorgfältige Unterhaltsarbeiten verhindert werden können.

Einige Arbeiten, die der Pilot selbst ausgeführt hatte, waren in der Genehmigung des BAZL nicht enthalten. Die von der Herstellerin der DG-400 empfohlenen, periodisch durchzuführenden Unterhaltsarbeiten wurden nicht regelmässig durchgeführt und unterhaltsrelevante, technische Mitteilungen wurden nicht umgesetzt. Die vor dem Unfall bestehenden Risse an der Motorhalterung wurden anlässlich der letzten ausgeführten Jahreskontrolle und bei den Unterhaltsarbeiten nicht entdeckt.

Die Vakuumpumpe sollte gemäss Vorschrift der Herstellerin des Motors nach 300 Betriebsstunden oder nach sechs Jahren ausgetauscht werden, was bei der HB-2202 nicht erfolgte. Da die Vakuumpumpe defekt war, funktionierte sie nicht zuverlässig, was zur Abmagerung des Treibstoff-Luft-Gemischs führte und die festgestellten Schäden an den Zylindern und Kolben verursachte. Die defekte Vakuumpumpe war wahrscheinlich die Ursache für den Leistungsverlust bei den Flügen vor dem Unfall und beim Unfallflug selbst.

Bei der Untersuchung konnte festgestellt werden, dass der Treibstoff wegen der defekten Vakuumpumpe nicht bis zu den Vergasern gelangte, auch wenn die elektrische Kraftstoffpumpe funktionierte. Die vorgesehene Redundanz der Treibstoffversorgung funktionierte im vorliegenden Fall nicht, weil die Vakuumpumpe den Durchfluss verunmöglichte.

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

Bei mehreren Flügen vor dem Unfallflug führten technische Probleme zum Leistungsverlust beim Triebwerk der HB-2202. Die Ursache für die Probleme konnte trotz erheblichen Anstrengungen nicht gefunden werden. Vor diesem Hintergrund wäre eine besonders gewissenhafte Motorbedienung nach den Checklisten der Herstellerin des Segelflugzeuges angebracht gewesen. Es ist anzunehmen, dass bei exakter Befolgung der Checks vor dem Start, insbesondere bei einer Überprüfung der Vakuumpumpe, das Problem schon am Boden bemerkt und dass somit nicht zum Unfallflug gestartet worden wäre.

Nach dem Triebwerksausfall reagierte der Pilot den Umständen entsprechend angemessen, indem er die Gleitfluglage sofort erstellte und den Hindernissen in Flugrichtung auswich.

Eine Notlandung in einem Weizenfeld mit einem Segelflugzeug gelingt bei einer Flügelspannweite von 17 m nicht immer schadlos. Es genügt der Kontakt einer Flügelspitze mit dem Bewuchs, um ein landendes Segelflugzeug um die Hochachse drehen zu lassen, ohne dass der Pilot dies durch Steuereingaben verhindern kann. Eine solche Drehbewegung um die Hochachse wird „Ringelplatz“ genannt und kann an einem Segelflugzeug zu grösseren Strukturschäden führen.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Lufttüchtigkeitszeugnis und Lufttüchtigkeitsfolgezeugnis waren zum Unfallzeitpunkt gültig.
- Die technischen Mitteilungen der Herstellerin und die Lufttüchtigkeitsanweisungen des BAZL waren in den technischen Unterlagen nicht eingetragen.
- Die Steuerelemente des Segelflugzeuges oder die Montage der Flügel sowie des Höhenleitwerks geben keine Hinweise auf Mängel, die mit dem vorliegenden Unfall in Zusammenhang gebracht werden können.
- Die Laschen des unteren linken Vibrationsdämpfers waren gebrochen.
- Die Untersuchung des verwendeten Zweitaktgemisches mit Autobenzin, des für den Betrieb der DG-400 vorgesehenen Treibstoffes, ergab keine Besonderheiten.
- Die Vakuumpumpe war defekt.
- Das Triebwerk wies 129:24 Betriebsstunden auf seit der Inbetriebnahme im Jahr 1991.
- An den Zylindern und den Kolben des Triebwerks wurden erhebliche Schäden festgestellt.

3.1.2 Unterhaltsarbeiten

- Der Pilot und Halter der DG-400 verfügte über eine Genehmigung des BAZL, den Unterhalt an der HB-2202 gemäss einem vom BAZL genehmigten Instandhaltungsprogramm selbst vorzunehmen.
- Einige vom Piloten ausgeführten Arbeiten waren nicht im genehmigten Instandhaltungsprogramm enthalten.
- Das Flughandbuch und das Wartungshandbuch waren nicht aktualisiert.
- Der Unterhalt an der HB-2202 wurde nicht nach den Empfehlungen und den Vorschriften der Herstellerinnen und der Behörden ausgeführt.
- Die letzte Jahreskontrolle wurde am 25. Mai 2013 bei 2152:19 Betriebsstunden TSN des Luftfahrzeuges und bei 128:55 Betriebsstunden TSN des Triebwerks ausgeführt.
- Beide Vergaser wurden am 7. Juni 2013 repariert.

3.1.3 Menschliche und betriebliche Aspekte

- Der Pilot besass die für den Flug notwendigen Ausweise.
- Die Masse und der Schwerpunkt befanden sich zum Zeitpunkt des Unfalls innerhalb der gemäss Flughandbuch zulässigen Grenzen.
- Die Treibstoffmenge war für den geplanten Flug ausreichend.

3.1.4 Flugverlauf

- Der Pilot startete mit der HB-2202 am 17. Juni 2013 um 12:15 Uhr auf der Graspiste 25 für Segelflugzeuge des Regionalflugplatzes Grenchen mit Hilfe des Klapptriebwerks.
- Das Triebwerk stellte auf einer Höhe von 30 Meter über Grund ab.
- Der Flug dauerte vom Abheben bis zur Notlandung in einem Weizenfeld weniger als eine Minute. Das Segelflugzeug wurde schwer beschädigt.
- Der Pilot blieb unverletzt und konnte das Segelflugzeug aus eigener Kraft verlassen.

3.2 Ursachen

Der Unfall ist auf eine Notlandung des eigenstartfähigen Segelflugzeuges kurz nach dem Start infolge eines Triebwerksausfalls zurückzuführen.

Als beitragender Faktor wurde der mangelhafte Zustand des Triebwerksystems ermittelt.

Payerne, 13. Oktober 2014

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, 23. Oktober 2014

Anlage 1: Schema des Treibstoffsystems der DG-400 mit MIKUNI-Vergaser (TM 826/45, Ausgabe Juni 2004)

