



UNTERSUCHUNGSBERICHT

UNFALL mit dem Motorsegler Type HB 23/2400 Scanliner am 08.11.2015 am Flugplatz Hofkirchen (LOLH), OÖ

GZ. BMVIT-85.233/0002-IV/SUB/ZLF/2017



Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes (SUB) Bereich Zivilluftfahrt

Untersuchungsstelle für die Sicherheit der Zivilluftfahrt

ÜBERSICHT

	Seite
Inhaltsverzeichnis	2
Einleitung	4
Kapitel 1	5
TATSACHENERMITTLUNG	
Kapitel 2	22
ANALYSE	
Kapitel 3	26
SCHLUSSFOLGERUNGEN	
Kapitel 4	30
SICHERHEITSEMPFEHLUNGEN	
Anhänge	31

Die Sicherheitsuntersuchung erfolgte in Übereinstimmung mit der Verordnung (EU) Nr. 996/2010 und dem Unfalluntersuchungsgesetz – UUG 2005, BGBl. I Nr. 123/2005 idgF.

Das einzige Ziel der Sicherheitsuntersuchung ist die Verhütung künftiger Unfälle oder Störungen, ohne eine Schuld oder Haftung festzustellen.

Der Umfang der Sicherheitsuntersuchung und das bei Durchführung der Sicherheitsuntersuchung anzuwendende Verfahren werden von der Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes nach Maßgabe der Erkenntnisse, die sie zur Verbesserung der Flugsicherheit aus der Untersuchung gewinnen will, festgelegt.

Die Ermittlung der Ursachen impliziert nicht die Feststellung einer Schuld oder einer administrativen, zivilrechtlichen oder strafrechtlichen Haftung.

Sicherheitsempfehlungen sind, wenn nicht anders angegeben, an jene Stellen gerichtet, welche die Sicherheitsempfehlungen in geeignete Maßnahmen umsetzen können. Die Entscheidung über die Umsetzung von Sicherheitsempfehlungen liegt bei diesen Stellen.

Zur Wahrung der Anonymität aller an dem Unfall oder der schweren Störung beteiligten natürlichen oder juristischen Personen unterliegt der Untersuchungsbericht inhaltlichen Einschränkungen.

Bei den verwendeten personenbezogenen Bezeichnungen gilt die gewählte Form für beide Geschlechter.

Alle in diesem Bericht angegebenen Zeiten sind in UTC angegeben (Lokalzeit = UTC + 1 Stunde).

Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes, Bereich Zivilluftfahrt
Postanschrift: Postfach 206, 1000 Wien
Büroadresse: Trauzlgasse 1, 1210 Wien
T: +43(0)1 71162 DW 659208, F: +43(0)1 71162 DW 6569299
E: fus@bmvit.gv.at

INHALTSÜBERSICHT

Abkürzungen	3
Einleitung	4
1 Tatsachenermittlung	5
1.1 Flugverlauf	5
1.2 Personenschäden	6
1.3 Schaden am Luftfahrzeug	6
1.4 Andere Schäden	6
1.5 Besatzung	6
1.6 Luftfahrzeug	7
1.6.1 Luftfahrzeug	7
1.6.2 Aufrechterhaltung der Lufttüchtigkeit	9
1.6.3 Instandhaltung	10
1.6.4 Kraftstoff	14
1.7 Flugwetter	15
1.8 Angaben über das Wrack	15
1.9 Brand	17
1.10 Andere Angaben	18
1.10.1 Flughandbuch	18
1.10.2 Motorhandbuch	20
1.10.3 Wartungshandbuch	20
1.10.4 Luftfahrtrechtliche Bestimmungen	22
2 Analyse	23
2.1 Luftfahrzeug	23
2.2 Flugbetrieb	24
2.3 Brandbekämpfung	26
3 Schlussfolgerungen	27
3.1 Befunde	27
3.2 Wahrscheinliche Ursachen	31
4 Sicherheitsempfehlungen	31
Anhänge	32

Abkürzungen

ARC	Airworthiness Review Certificate
CAMO	Continuing Airworthiness Management Organisation
CBO	Cycles Between Overhaul
CSI	Cycles Since Installation
CSN	Cycles Since New (manufacture)
CSO	Cycles Since Overhaul
EASA	European Aviation Safety Agency
GFK	Glasfaserverstärkter Kunststoff
IHP	Instandhaltungsprogramm
JAA	Joint Aviation Authorities
JAR	Joint Aviation Requirements
LTH	Lufttüchtigkeitshinweis
MSL	Mean Sea Level
PPL	Private Pilot Licence
RCC	Rescue-Coordination-Centre
TBO	Time Between Overhaul
TCDS	Type Certificate Data Sheet (EASA)
TSN	Time Since New (manufacture)
TSO	Time Since Overhaul
TSI	Time Since Installation
WGS84	World Geodetic System 1984

Einleitung

- Luftfahrzeugart: Motorsegler.
- Flugzeughersteller: HB Aircraft Industries AG, Österreich.
- Musterbezeichnung: HB 23/2400 (Variante HB 23/2400 Scanliner).
- Inhaber der Musterzulassung: HB-Flugtechnik GmbH, Österreich.
- Staatszugehörigkeit: Österreich (Zivilluftfahrzeug).
- Luftfahrzeughalter (Betreiber): Verein, Österreich (Halter A).
- Betriebsart: Nicht-Gewerblicher Luftverkehr,
nicht im Fluge befindlich
- Vorfalort: Flugplatz Hofkirchen (LOLH), Österreich.
- Koordinaten (WGS84): N 48°08'21" E 014°20'12".
- Orts-/Flughöhe über dem Meer: 1175 ft MSL, am Boden.
- Datum und Zeitpunkt: 08.11.2015 um ca.14:20 Uhr
(Zeiten in UTC = Lokalzeit minus 1 Stunde).
- Lichtverhältnisse: Tag.

Die Meldezentrale der Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes (SUB) wurde am 08.11.2015 um 14:51 Uhr von der Such- und Rettungszentrale (RCC) der Austro Control GmbH (ACG) über den Vorfall informiert. Gemäß Art. 5 Abs. 1 der Verordnung (EU) Nr. 996/2010 wurde eine Sicherheitsuntersuchung des Vorfalls eingeleitet. Die Sicherstellung der Beweismittel wurde unter Bedachtnahme darauf angeordnet, dass dadurch die Beweisaufnahme im Zuge von gerichtlichen Verfahren nicht behindert wird. Der Untersuchungsleiter traf am 09.11.2015 am Vorfalort ein.

Folgende in Art. 8 (1) und Art. 9 (2) Verordnung (EU) Nr. 996/2010 vorgesehenen Staaten und Stellen wurden verständigt, welche gegebenenfalls Berater gemäß Art. 8 (1) Verordnung (EU) Nr. 996/2010 oder akkreditierte Vertreter gemäß Art. 10 (1) Verordnung (EU) Nr. 996/2010 bzw. § 23 Abs. 2 UUG 2005 idgF benennen konnten:

- Kommission der Europäischen Union.
- Europäische Agentur für Flugsicherheit ("EASA"), Berater benannt.
- Nationale Zivilluftfahrtbehörden: Luftfahrtagentur innerhalb der ACG, kein Berater.

Gemäß Art. 16 Abs. 4 Verordnung (EU) Nr. 996/2010 holte die SUB vor Veröffentlichung des Abschlussberichts Bemerkungen der betroffenen Behörden ein und – über diese Behörden – Bemerkungen des betroffenen Inhabers der Musterzulassung bzw. des Herstellers von Motorseglern des Modells HB 23/2400 Scanliner und des Betreibers des Motorseglers (Konsultation, siehe Anhang C und D):

- Eintragungs-, Betreiberstaat, Entwurfs-, Herstellungsstaat:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und
Technologie (bmvit) als Oberste
Zivilluftfahrtbehörde der Republik Österreich.
- Betroffene Zivilluftfahrtbehörden: Luftfahrtagentur innerhalb der ACG.
- EASA.

Zusätzlich führte die SUB ein Stellungnahmeverfahren gemäß § 14 Abs. 1 erster und zweiter Satz iVm § 21 Abs. 2 UUG 2005 idgF durch (siehe Anhang C und D):

- Hersteller des Motorseglers: Siehe Inhaber der Musterzulassung.
- Inhaber der Musterzulassung: HB-Flugtechnik GmbH, Österreich.
- Halter (Betreiber) und Eigentümer des Motorseglers.
- Verantwortlicher Pilot des Motorseglers.
- Beteiligte Rettungsdienste: ACG als Such- und Rettungszentrale;
Zivilflugplatzhalter LOLH – Hofkirchen;
Freiwillige Feuerwehr Hofkirchen.

- **Zusammenfassung**

Nach dem neuerlichen Anlassen des bereits warmen Motors rollte der Pilot zum Rollhalt der Betriebspiste des Flugfeldes Hofkirchen. Während der Überprüfungen vor dem Abflug gab der Pilot Vollgas, das Triebwerk erreichte beim Hochfahren jedoch nicht die Soll Drehzahl und er nahm ein ungewöhnlich raues Laufgeräusch wahr. Im Motorraum entstand ein Brand, der weder vom Piloten noch von der Einsatzleitung des Flugfeldes gelöscht werden konnte. Alle Insassen konnten den Motorsegler selbständig verlassen und blieben unverletzt. Der Motorsegler stand beim Eintreffen der Feuerwehr in Vollbrand und wurde durch Brand zerstört.

Der Motorbrand wurde wahrscheinlich ausgelöst durch einen technischen Defekt im Bereich des Einlassventils von Zylinder 3, welcher zum Eintritt heißer Verbrennungsgase in das Ansaugsystem führte. Nach dem Durchbrennen der seitlichen Motorraumabdeckung konnte ein Übergreifen des Brandes vom Motorraum auf das in Holzbauweise gefertigte Tragwerk und die beiden im Flügelmittelstück untergebrachten Kraftstofftanks nicht verhindert werden.

Der Untersuchungsbericht enthält eine Sicherheitsempfehlung zur Ergänzung der normalen Betriebsverfahren im Flughandbuch des Motorseglers.

1 Tatsachenermittlung

1.1 Flugverlauf

Der Betrieb des Motorseglers am Boden und der Unfallhergang wurden aufgrund der Aussagen des Piloten und der Zeugenaussagen in Verbindung mit den Erhebungen des Untersuchungsleiters wie folgt rekonstruiert:

Am 08.11.2015 führte der Pilot die Vorflug- bzw. Tageskontrolle am Motorsegler der Type HB 23/2400 Scanliner durch. Die Kontrolle im Motorraum beschränkte sich auf die Kontrolle des Ölstandes. Vor dem ersten Anlassen des Motors öffnete er den Brandhahn (Kraftstoffhahn).

Anschließend führte er als verantwortlicher Pilot mit dem Motorsegler drei störungsfreie Rundflüge mit einer 2. Person an Bord durch. Die abgelesenen Motortemperaturen waren sowohl am Boden als auch im Flug im zulässigen Bereich.

Im Anschluss an den 3. Flug (Landung um 14:08 Uhr) nahm der Pilot am Flugplatz Hofkirchen (LOLH) einen Passagier für einen Rundflug auf. Der Pilot saß am linken Sitz.

Wie schon bei den drei vorangegangenen Flügen rollte der Pilot nach dem Anlassen des bereits warmen Motors zum Rollhalt der Betriebspiste 26, wo er die in den normalen Betriebsverfahren vorgeschriebenen Überprüfungen vor dem Abflug einschließlich Kontrolle der Motortemperaturen und der Solldrehzahl 3500 ± 200 U/MIN (Abbremsen) durchführte. Das Triebwerk erreichte beim Hochfahren mit Vollgas nicht die erforderliche Leistung bzw. Solldrehzahl und hatte ein ungewöhnlich raues Laufgeräusch. Zu diesem Zeitpunkt lief die Frontscheibe an. Der Pilot brach sein Flugvorhaben ab und rollte im nördlichen Sicherheitsstreifen zur Abstellfläche zurück. Diesen Umstand teilte er dem Flugplatzbetriebsleiter über Sprechfunk mit.

Während des Rollens bemerkte der Pilot Rauchentwicklung hinter dem Cockpit. Aus diesem Grund brach er den Rollvorgang ab, verständigte den Flugplatzbetriebsleiter über Sprechfunk, schaltete alle elektrischen Verbraucher einschließlich der Kraftstoff-Zusatzpumpe aus und schloss den Brandhahn. Er wies den Passagier an, den Motorsegler zu verlassen.

Nach dem Verlassen des Motorseglers stellte der Pilot fest, dass aus der linken Motorraumabdeckung Flammen kamen. Der Pilot begab sich mit dem Passagier aus Sicherheitsgründen zur Abstellfläche.

Zwischenzeitlich hatte der am Flugfeld diensthabende Einsatzleiter die Feuerwehr alarmiert. Aus Sicherheitsgründen näherten sich bis zum Eintreffen der Feuerwehr keine Personen dem brennenden Motorsegler und unterblieben Löschversuche mit flugplatz eigenem Feuerlöschgerät.

1.2 Personenschäden

Verletzungen	Besatzung	Passagiere	Andere
Tödlich			
Schwer			
Keine	1	1	-

1.3 Schaden am Luftfahrzeug

Der Motorsegler wurde durch Brandeinwirkung zerstört (siehe auch Pkt. 1.9).

1.4 Andere Schäden

Am Flugplatzgelände entstand durch Brandeinwirkung Flurschaden.

1.5 Besatzung

- Alter: 36 Jahre.
- Funktion: Verantwortlicher Pilot.

- **Zivilluftfahrerschein**
 Art der Lizenz: Privatpilotenlizenz für Flugzeuge (PPL(A)).
 Ausgestellt von (Staat): Österreich.
 Gültigkeit der Lizenz: Am Tag des Vorfalls gültig.
 Klassenberechtigungen: Single Engine Pisten (SEP (land)),
 Touring Motor Glider (TMG).
 Gültigkeit der Berechtigungen: Am Tag des Vorfalls gültig.

- **Überprüfungen (Checks)**
 Flugmedizinische Tauglichkeit: Class 2 (PPL), am Tag des Vorfalls gültig.
 Vereinsinterner Checkflug: Am 02.11.2015 auf HB 23/2400 Scanliner (42
 Minuten)

- **Flugerfahrung (Vorfalzeitpunkt)**
 Gesamt auf allen Mustern: 63:13 Stunden.
 davon in den letzten 90 Tagen: 1:39 Stunden.
 davon in den letzten 24 Stunden: 0:57 Stunden.
 Gesamt auf HB 23/2400: 19:21 Stunden (alle Flüge im Motorflug, kein
 Segelflug)
 davon in den letzten 90 Tagen: 1:39 Stunden.
 davon in den letzten 24 Stunden: 0:57 Stunden.

Der Pilot hatte keinen Segelfliegerschein.

1.6 Luftfahrzeug

1.6.1 Luftfahrzeug

- **Beschreibung**
 Die Baumuster HB 23/2400 Scanliner ist ein zweisitziger Motorsegler in Gemischtbauweise (dreiteiliger Flügel, Leitwerksträger und T-Leitwerk in Holzbauweise; Rumpf ist eine Stahlrohrkonstruktion mit GFK-Verkleidung) mit nebeneinander liegenden Sitzen; Tragwerk in Schulterdeckeranordnung (über dem Motorraum); Dreibeinfahrwerk; das Triebwerk liegt hinter dem Führerraum; der Antrieb erfolgt über einen Druckpropeller; der Rumpfbug verfügt über eine Vollsichtkabinenverglasung.

 Luftfahrzeugart: eigenstartfähiger Motorsegler.
 Höchstzulässige Abflugmasse: 760 kg.
 Hersteller: HB Aircraft Industries AG, Österreich.
 Musterbezeichnung (Baureihe): HB 23/2400 (HB 23/2400 Scanliner).
 Werknummer / Serie: 23[...]-S-[...].
 Baujahr: 1987.
 Musterzulassung (Kennblatt): TCDS EASA.A.433, Issue 01, 07.01.2010
 (ersetzt ACG SF 10/85 Ausgabe 6, SF 11/86
 Ausgabe 3 und SF 14/87 Ausgabe 2).
 Inhaber der Musterzulassung: HB-Flugtechnik GmbH, Österreich.

- **Flugzeit**
 Gesamt (TSN): 2947:45 Stunden.

Seit letzter Grundüberholung (TSO): Keine Angaben.

- Anzahl der Flüge
Gesamt (CSN): 7427.
Seit letzter Grundüberholung (CSO): Keine Angaben.
- Triebwerk
Bauart: 4-Zylinder-4-Takt-Ottomotor in Boxeranordnung mit Luftkühlung.
Verdichtungsverhältnis: 8,3:1
Hersteller: HB Brditschka GmbH & Co KG, Österreich.
Musterbezeichnung (Baureihe): VW-HB-2400 G (VW-HB-2400 G/2).
Werknummer / Serie: 024-2 (2. Grundüberholung am 01.07.2002).
Baujahr: 1986.
Musterzulassung (Kennblatt): ACG TW 4/82 Ausgabe 4, 30.10.1986.
Inhaber der Musterzulassung: HB-Flugtechnik GmbH, Österreich.
Gesamtbetriebszeit (TSN): ca. 2669 Stunden, interpoliert;
davon seit Grundüberholung (TSO): ca. 1304 Stunden, interpoliert
(TBO: 1200 Stunden; mit TBO-Verlängerung: 1440 Stunden).

Die Angaben zu den Motorbetriebszeiten beruhen auf den Aufzeichnungen im Motor-Logbuch des Triebwerks, begonnen am 05.10.1994 (Zeitpunkt der erstmaligen Erfassung in Österreich), sowie im Bordbuch des Motorseglers, begonnen am 20.10.2013 (Zelle: TSN 2556:20 Stunden).

- Propeller
Bauart: 2x2-Blatt-Festpropeller (Umbau von 2- auf 4-Blattpropeller gem. TM-HB-23/25/96).
Hersteller: MT-Propeller Entwicklung GmbH, Deutschland.
Herstellerbezeichnung/Muster: MT 172 LD 145-2C (vorne),
MT 167 LD 145-2C (hinten, 90° versetzt).
Werknummer / Serie: 95175 (vorne), 04010 (hinten).
Musterzulassung (Kennblatt): TCDS EASA.P.006, Issue 02, 08.03.2010
(ersetzt LBA 32.110/12 Ausgabe 7, 16.03.2005).
Inhaber der Musterzulassung: MT-Propeller Entwicklung GmbH, Deutschland.
Betriebszeit (TSN/TSO): keine Angaben (TBO: Nach Zustand).
- Beurkundungen für die zulässige Verwendung des Luftfahrzeugs (Bordpapiere)
 - Eintragungsschein, ausgestellt am 12.11.2012 von ACG;
 - Lufttüchtigkeitszeugnis, ausgestellt am 20.09.2010 von ACG;
 - Verwendungsbescheinigung, ausgestellt am 06.11.2012 von ACG, bei betriebs-tüchtiger Ausrüstung gültig für folgende Einsatz- und Navigationsarten:
Grundsicherungsflüge, Arbeitsflüge (Schleppflüge), Flüge nach Sichtflugregeln bei Tag;

- Bescheinigung über die Prüfung der Lufttüchtigkeit (ARC), ausgestellt am 27.10.2015 von „HB CAMO H. Brditschka“, am Unfalltag gültig;
- Lärmzeugnis, ausgestellt am 24.04.2015 von ACG;
- Versicherungsnachweis gem. § 168 Abs. 1 Luftfahrtgesetz idgF (Haftpflichtversicherung), am Unfalltag gültig.

Der letzte im Bordbuch erfasste Schleppflug (Art und Zweck des Fluges: „SF“) wurde am 25.06.2015 durchgeführt (Zelle: TSN 2868:12 Stunden; Triebwerk: TSO 1235,54 Stunden).

1.6.2 Aufrechterhaltung der Lufttüchtigkeit

Anlässlich der letzten Prüfung der Lufttüchtigkeit gemäß M.A. 710 Anhang I (Teil-M) der Verordnung (EU) Nr. 1321/2014 idgF am 27.10.2015 durch „HB CAMO H. Brditschka“ (Zelle: TSN 2944:59 Stunden; Triebwerk: TSO 1301,34 Stunden) wurde u.a. festgestellt, dass

- Zelle und Triebwerk den Kennblättern der Musterzulassung entsprachen,
- die Mindestausrüstung des Motorseglers den nationalen Forderungen und den Herstellerangaben entsprach,
- die Ausrüstung der Ausrüstungsliste des Motorseglers entsprach,
- alle zutreffenden Lufttüchtigkeitsanweisungen (LTA) und technischen Mitteilungen (TM) durchgeführt waren,
- eine Betriebszeiten-Übersichtsliste vorhanden war.

Die zusätzliche Ausrüstung für die Sonderart „Schleppflüge“ umfasst laut TCDS EASA.A.433, Issue 01, 07.01.2010, u.a. ein Zylinderkopftthermometer.

Am 17.09.2014 wurde der Sensor des Zylinderkopftthermometers getauscht und die Funktion kontrolliert (Zelle: TSN 2739:12 Stunden; Triebwerk: TSO 1127,84 Stunden).

In der Ausrüstungsliste des Motorseglers vom 03.10.1994, Stand 17.04.2015, fehlte die zusätzliche Ausrüstung „Zylinderkopftthermometer“.

Der anlässlich der letzten Prüfung der Lufttüchtigkeit durchgeführte Standlauf war ohne Beanstandung und umfasste insbesondere die Prüfung von

- Anlassverhalten,
- Motorlauf und Übergang,
- Kraftstoff-Zusatzpumpe,
- Brandhahn (zum Abstellen des Triebwerks geschlossen),
- Dichtheit nach dem Standlauf (geringer Ölleckstoff altersbedingt).

Die im Standlaufbericht vom 22.10.2015 erfasste Zylinderkopftemperatur betrug 185°C bei 3600 U/MIN (max. Dauerleistung) und 160°C bei 900 U/MIN (Leerlauf).

1.6.3 Instandhaltung

Am 21.04.2015 genehmigte Austro Control GmbH (ACG) die letzte Änderung des gemäß M.A. 302 Anhang I (Teil M) der Verordnung (EG) Nr. 2042/2003 idgF, von ACG genehmigten Instandhaltungsprogramms - Individuell „HB 23/2400“ (IHP, Anhang B zu LTH 43 Rev. A) für Halter A, Revision Nr. 00 vom 31.10.2012, wegen Umbaus von 2- auf 4-Blatt-Propeller (keine indirekte Genehmigung von Änderungen des IHP durch Unternehmen zur Führung der Aufrechterhaltung der Lufttüchtigkeit/CAMO mit genehmigter Übertragung nach M.A. 302). Die Genehmigung der Änderung des IHP wurde einem genehmigten EASA Part M Instandhaltungsbetrieb erteilt.

Der Umbau gemäß technischer Mitteilung TM-HB-23/25/96 bzw. Arbeitsanweisung HB 23/3/96 durch den genehmigten EASA Part M Instandhaltungsbetrieb erfolgte anlässlich der 800-Stunden- bzw. 200-Stunden-Kontrolle gemäß Wartungshandbuch „HB 23/2400“, Ausgabe November 1985, und „Wartungs-Checkliste HB 23/2400 650-1200“, Ausgabe Juni 1997:

- Zelle: TSN 2789:53 Stunden;
- Triebwerk: TSO 1173,97 Stunden;
- Nächste 200-Stunden-Kontrolle bei TSN 2989:53 Std. bzw. TSO 1373,97 Std. fällig.

Das gemäß M.A. 302 Anhang I (Teil M) der Verordnung (EG) Nr. 1321/2014 idgF am 08.05.2015 von ACG genehmigte Instandhaltungsprogramm - Individuell „HB 23/2400“ für Halter A für Luftfahrzeuge, die nicht in Luftfahrtunternehmen verwendet werden (IHP, Anhang B zu LTH 43 Rev. A), Revision Nr. 01 vom 21.04.2015, sah als Basisdokumente für Zelle, Triebwerk und Propeller das Wartungshandbuch und die Checkliste „HB 23/2400“, Ausgabe November 1985 idgF, vor (keine zusätzlichen Instandhaltungsanweisungen).

Wiederkehrende Kontrollen von Triebwerk und Propeller wurden in 50-Stunden-Intervallen gemäß den im Bordbuch erfassten Motorbetriebsstunden-Zählerständen als 50-, 100- und 200-Stunden-Kontrollen durchgeführt.

Wiederkehrende Kontrollen der Zelle wurden als 50-, 100- und 200-Stunden-Kontrollen zeitgleich mit den 50-, 100- und 200-Stunden-Kontrollen von Triebwerk und Propeller durchgeführt.

Das IHP schloss Abweichungen zu Überholungszeiträumen des Triebwerksherstellers (TBO) ein.

Bei TBO-Verlängerung des Triebwerks von 1200 Stunden auf 1440 Stunden (einschließlich TBO-Verlängerung der Motor- und Propellerwelle auf die TBO des Triebwerks) war gemäß den genehmigten Instandhaltungsanweisungen alle 50 Stunden ab Eintritt in die Überzugsphase eine Sonderkontrolle des Triebwerks gemäß Basisdokumente vorzunehmen. Diese umfasste folgende Prüfungen:

- Kompression;
- Dichtheit des Motors und Kontrolle auf Ölleckagen;
- Ventilspiel.

Anlässlich der in der Überzugsphase des Triebwerks durchgeführten Sonderkontrollen war die Prüfung von Kompression und Ventilspiel in den Befund- und Arbeitsberichten ohne Beanstandung.

Für die in den Basisdokumenten Wartungshandbuch und Checkliste „HB 23/2400“, Ausgabe November 1985 idgF, für das Triebwerk festgelegten Messverfahren zur Kompressionsprüfung (direkte Kompressionsdruckprüfung, Differenzdruckprüfung) waren vom Hersteller keine Grenzwerte bzw. zulässigen Abweichungen der Kompressionsdrücke der einzelnen Zylinder voneinander festgelegt worden. Für die Prüfung und Einstellung des Ventilspiels war der Sollwert angegeben (siehe auch Pkt. 1.10.3 Wartungshandbuch).

Der genehmigte EASA Part M Instandhaltungsbetrieb ging von einer für diese Motortype mit vergleichbarer Betriebszeit normalen Verschlechterung der Kompressionswerte des Zylinders 3 aus.

Das IHP schloss wiederkehrende Instandhaltungen einschließlich Lufttüchtigkeitshinweis ACG LTH 36 „*Abweichungen (Toleranzen) von Instandhaltungsintervallen*“, Rev. 0, Lufttüchtigkeitsanweisung ACG LTA 46 „*Betriebsmittelschläuche und Schlauchleitungen aus Elastomeren*“ sowie Betriebszeiten-Übersicht ein.

Vor dem Eintritt in die Überzugsphase des Triebwerks wurde anlässlich der vom genehmigten EASA Part M Instandhaltungsbetrieb am 19.09.2014 im Rahmen der 650-Stunden- bzw. 50-Stunden-Kontrolle (Triebwerk: TSO 1127,84 Stunden) gemäß „*Wartungs-Checkliste HB 23/2400 650-1200*“ durchgeführten Kompressionsprüfung mittels Kompressionsdruckschreibers bei Zylinder 3 ein Kompressionsdruck von ca. 9,1 bar aufgezeichnet, welcher um ca. 2,1 bar bzw. ca. 19 % niedriger war als der Mittelwert der gemessenen Kompressionsdrücke der 3 anderen Zylinder (ca. 10,5-11,9 bar).

Die erste Kontrolle in der Überzugsphase des Triebwerks wurde durch den genehmigten EASA Part M Instandhaltungsbetrieb am 12.06.2015 als 850-Stunden- bzw. 50-Stunden-Kontrolle gemäß „*Wartungs-Checkliste HB 23/2400 650-1200*“ durchgeführt und schloss die Prüfung von Kompression und Ventilspiel ein:

- Zelle: TSN 2858:27 Stunden;
- Triebwerk: TSO 1228,14 Stunden;
- nächste 50-Stunden-Kontrolle bei TSN 2958:27 Std. bzw. TSO 1328,14 Std. fällig.

Anlässlich dieser Kontrolle wurde bei der Kompressionsprüfung mittels Kompressionsdruckschreibers bei Zylinder 3 ein Kompressionsdruck von ca. 7,8 bar aufgezeichnet, welcher um ca. 2,8 bar bzw. ca. 26 % niedriger war als der Mittelwert der gemessenen Kompressionsdrücke der 3 anderen Zylinder (ca. 10,1-11,1 bar).

Für die am 21.04.2015 anlässlich der 800-Stunden- bzw. 200-Stunden-Kontrolle durchgeführte Kompressionsprüfung lagen keine Messwerte vor (Triebwerk: TSO 1173,97 Stunden).

Die letzte Kontrolle wurde durch den genehmigten EASA Part M Instandhaltungsbetrieb am 21.08.2015 als 900-Stunden- bzw. 100-Stunden-Kontrolle gemäß „*Wartungs-Checkliste HB 23/2400 650-1200*“ durchgeführt:

- Zelle: TSN 2915:15 Stunden;
- Triebwerk: TSO 1275,00 Stunden;
- nächste 100-Stunden-Kontrolle bei TSN 3015:15 Std. bzw. TSO 1375,00 Std. fällig.

Diese schloss folgende Kontrollpunkte ein:

- Cockpit (u.a. Instrumente, Reibung und Rutschhemmung Gashebel),
- Triebwerkseinbau (u.a. Kraftstoffsystem auf Dichtheit, alle mechanischen und elektrischen Anschlüsse am Motor, Betätigungskontrolle),
- Schmierplan (u.a. Gashebellagerung, Betätigungszüge für Gas, Choke, Vorwärmung und Heizung),
- Bedienungsprüfung (u.a. Motorprüflauf nach Prüflauf-/Werksprotokoll),
- Triebwerkskontrolle (u.a. Kontrolle der Kraftstoffanlage, Kontrolle und Schmieren der Betätigungszüge, Kompressionsprüfung, Verkabelung, Ventilspiel, Sicherungen, Verbindungen, Abgasanlage, Motorprüflauf).

Anlässlich der letzten dokumentierten Kompressionsprüfung mittels Kompressionsdruckschreibers bei Zylinder 3 wurde ein Kompressionsdruck von ca. 8,5 bar aufgezeichnet, welcher um ca. 2,5 bar bzw. ca. 23 % niedriger war als der Mittelwert der gemessenen Kompressionsdrücke der 3 anderen Zylinder (ca. 10,8-11,2 bar).

Die letzte Kontrolle schloss einen Standlauf und einen Werkstattflug ein.

Im Bordbuch wurden die Durchführung der Instandhaltungsarbeiten und die Flugklarheit Part-M-konform bestätigt.

Anlässlich der letzten Kontrolle wurde eine Betriebszeiten-Übersicht, Stand 21.08.2015, erstellt (Zelle: TSN 2915:15 Stunden; Triebwerk: TSO 1275,00 Stunden).

Der nächste Ausbau der Kraftstoffschläuche „*Zelle*“ (TBI: 8 Jahre) sowie der Kraftstoff- und Ölkühlerschläuche „*Motor*“ (TBI: 5 Jahre) war im Juli 2018 fällig.

Der Brandhahn wurde anlässlich der letzten Kontrolle wegen Zeitablauf erneuert. Anstelle des Kugelventils TRUMA–VITON V8M (TBO gem. TM-HB-23/26/05: 8 Jahre) wurde das Kugelventil ARGUS Typ NK Baureihe 490, P/N 11003, S/N SA02/2014, eingebaut (TBO: nach Zustand; Abb. 1). Für das neue Kugelventil lag eine von der Fa. Scheibe-Aircraft-GmbH ausgestellte Freigabebescheinigung „*EASA-Formblatt 1*“ vor (für SF25 und SF28).



Abb. 1 Zum Zeitpunkt des Vorfalles im Motorsegler eingebauter Brandhahn (Kugelventil ohne Fertigungsnummer; Quelle: SUB); Kugelventil ARGUS Typ NK Baureihe 490 P/N 11003 (Kugelventil mit Fertigungsnummer; Quelle: Scheibe-Aircraft-GmbH)

Triebwerk

Das Triebwerk (TBO 1200 Stunden) wurde am 01.07.2002 nach Durchführung der 2. Grundüberholung (TSN 1365,50 Stunden; TSO 0,00 Stunden) in den gegenständlichen Motorsegler eingebaut.

Motor- und Propellerwelle (TBO 1200 Stunden) wurden am 02.03.2001 anlässlich der 1. Grundüberholung des Triebwerks (TSN 1238,52 Stunden; TSO: 0,00 Stunden) in den gegenständlichen Motorsegler eingebaut.

Im IHP für den Motorsegler war eine TBO-Verlängerung des Triebwerks von 1200 Stunden auf 1440 Stunden unter Sonderkontrolle genehmigt (einschließlich TBO-Verlängerung der Motor- und Propellerwelle auf die TBO des Triebwerks).

Zum Unfallzeitpunkt befand sich das Triebwerk laut den im Bordbuch erfassten Motorbetriebsstunden-Zählerständen ca. 104 Stunden in der Überzugsphase (Motor- bzw. Propellerwelle ca. 231 Stunden).

Der rechte Zylinderkopf 3/4, S/N 1057, wurde am 21.04.2010 auf Grundlage des von ACG genehmigten IHP „HB 23/2400“ nach Anhang B für Halter B, Revision Nr. 00 vom 02.09.2007, getauscht (Zelle: ca. TSN 2282 Stunden interpoliert; Triebwerk: TSO 765,38 Stunden).

Für den aufgebauten Zylinderkopf lag in den verfügbaren Aufzeichnungen im Lebenslaufakt des Motorseglers keine Freigabebescheinigung vor (TSN bzw. TSO unbekannt). Die rekonstruierte Betriebszeit des Zylinderkopfs seit dem Einbau im Triebwerk beträgt ca. 539 Stunden und beruht auf den verfügbaren Aufzeichnungen im Lebenslaufakt und Bordbuch des Motorseglers sowie im Motor-Logbuch des Triebwerks.

Das gültige IHP „HB 23/2400“ nach Anhang B für Halter A schloss die Genehmigung von Abweichungen zu Überholungszeiträumen des Triebwerkherstellers ein und sah eine TBO-Verlängerung des Triebwerks (einschließlich Motor- und Propellerwelle) von 1200 Stunden auf 1440 Stunden vor.

Die anlässlich von Instandhaltungsarbeiten erfassten Motorbetriebszeiten seit der letzten Grundüberholung (TSO) entsprachen den im Bordbuch erfassten Motorbetriebsstunden-Zählerständen.

Die Motordrehzahl wurde durch Impulsmessung von der Zündspule erfasst und am Drehzahlmesser mit integriertem Motorbetriebsstunden-Zähler zur Anzeige gebracht. Die Bemessung der Motorbetriebszeit erfolgte proportional der Motordrehzahl und entsprach bei 3600 U/MIN (max. Dauerleistung) Echtzeit.

Der Motorbetriebsstunden-Zähler war durch Brandeinwirkung zerstört und nicht ablesbar. Die letzte Eintragung des Zählerstandes im Bordbuch des Motorseglers erfolgte am 06.11.2015 (TSO 1303,30 Stunden).

Die anteilige Motorbetriebszeit von der Kontrolle am 21.04.2015 (Zelle: TSN 2789:53 Stunden; Triebwerk: TSO 1173,97 Stunden) bis zum 06.11.2015 (Zelle: TSN 2947:06; Triebwerk: TSO 1303,30 Stunden) betrug ca. 82 % der im Bordbuch erfassten Flugzeit des Motorseglers.

Die Durchführung von TM-HB-23/08/87 „*Erneuerung des Gebläse-Keilriemens*“ am 21.04.2015 bei TSN 2789:53 Stunden (Wiederholungsintervall 200 Stunden) war sowohl in der LTA/TM-Übersicht, Stand 21.08.2015, als auch in der „*Wartungs-Checkliste HB 23/2400 650-1200*“ anlässlich der 800-Stunden- bzw. 200-Stunden-Kontrolle am 21.04.2015 vermerkt („*Gebläsekeilriemen erneuern*“).

1.6.4 Kraftstoff

Die zugelassenen Kraftstoffsorten laut TCDS EASA.A.433, Issue 01, 07.01.2010, sind Flugbenzin (AVGAS 100LL), verbleiter KFZ-Superbenzin (min. ROZ 98) und unverbleiter KFZ-Superbenzin gem. TM-HB-23/23/93 (SUPER PLUS 98 ÖNorm C1100, min ROZ 98).

Der Motorsegler verfügte über Standard-Flügel tanks mit einem Gesamtfassungsvermögen von 76 Liter (ausfliegbar 75 Liter).

Der Motorsegler wurde laut Bordbucheintrag am 26.10.2015, Flug Nr. 7418, am Flugplatz Hofkirchen (LOLH) zusätzlich mit 20 Liter Kraftstoff betankt. Im Anschluss wurden bis zum Unfalltag 7 Flüge mit einer Gesamtflugzeit von 2:42 Stunden durchgeführt.

Die letzte Betankung des Motorseglers erfolgte am Unfalltag am Flugplatz Hofkirchen (LOLH) laut Liste des Flugplatzhalters „*Benzinentnahme*“ zusätzlich mit 40 Liter KFZ-Superbenzin ROZ 98. Im Anschluss wurden bis zum Unfall 3 Flüge mit einer Gesamtflugzeit von 0:39 Stunden durchgeführt.

Der Kraftstoffverbrauch laut Flughandbuch „*HB 23/2400 Scanliner*“, Ausgabe November 1985, vom Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZ) anerkannt am 06.05.1986, Änderungsstand Juli 1986, beträgt im Reiseflug zwischen 11,2 l/h bei 2800 U/MIN und 19,7 l/h bei 3600 U/MIN (max. Dauerleistung) zuzüglich dem Kraftstoff für Anlassen, Warmlaufen, Start und Steigflug.

Ausgehend von einem angenommenen mittleren Kraftstoffverbrauch von ca. 20 l/h betrug der rechnerische Kraftstoffvorrat bei Brandausbruch ca. 28-49 Liter inklusive dem nicht ausfliegbaren Kraftstoff.

1.7 Flugwetter

Zum Zeitpunkt des Vorfalles herrschten am Flugplatz Hofkirchen störungsfreie Sichtflugwetterbedingungen.

1.8 Angaben über das Wrack

Der Rumpf war bis zum Leitwerkträger durch Brandeinwirkung zerstört, ebenso der Motordrehzahlmesser mit integriertem Motorbetriebsstunden-Zähler. Das Leitwerk war weitgehend ohne Brandspuren. Das Tragwerk war durch Brandeinwirkung zerstört und die Hauptholmbrücke vom Rumpf gelöst. Der rechte Außenflügel sowie der rechte Flügeltank waren noch erhalten (siehe auch Pkt. 1.9).

Durch die große Hitzeentwicklung des Kraftstoffbrandes waren die aus Aluminiumlegierung hergestellten Bauteile der Vergaser und Ansaugrohre geschmolzen (Schmelzpunkt Aluminium-Gusslegierungen: ca. 580°C).

Da auf Fotos des brennenden Motorseglers eine Flammenfront im Bereich des rechten Vergasers sichtbar war, wurden die Zylinderköpfe demontiert (Abb. 2).

Am rechten Zylinderkopf 3/4, S/N 1057, wurde am Einlassventil von Zylinder 3 ein defekter Ventilsitzring vorgefunden (Abb. 2).



Abb. 2 Zustand der rechten Zylinder 3 und 4 nach Demontage des Zylinderkopfs; Zustand des rechten Zylinderkopfs 3/4, S/N 1057 (Quelle: HB-Flugtechnik GesmbH).

Eine sichelförmige Einschlagmarke am Kolbenboden von Zylinder 3 war nach Lage und Durchmesser dem defekten Ventilsitzring zuordenbar, der in der vorgefundenen Lage in das Material des Zylinderkopfs eingehämmert war. Der defekte Ventilsitzring blockierte das Einlassventil von Zylinder 3 beim Schließen (Abb. 3).

Durch die Öffnung des Einlassventils war Aluminiumschmelze in den Brennraum von Zylinder 3 gelangt, welche den Hohlraum zwischen Zylinderkopf und Kolben im oberen Totpunkt füllte (Abb. 3).



Abb. Kolbenboden von Zylinder 3 (links) mit sichelförmiger Einschlagmarke; intakter Ventilsitz am Zylinder 4; Aus- und Einlassventil von Zylinder 4; defekter Ventilsitzring am Einlassventil von Zylinder 3 und erkaltete Aluminiumschmelze im Hohlraum zwischen Kolbenboden von Zylinder 3 und Zylinderkopf 3/4 (Quelle: SUB).

Der Brandhahn war mit dem Betätigungsgestänge kraftschlüssig verbunden und befand sich in Stellung „ZU“. Die aus Metallrohr gefertigten Kraftstoffleitungen waren am Brandhahn angeschlossen. Hinweise auf Undichtheit des Kugelventils oder lose Verschraubungen der Leitungsanschlüsse am Kugelventil wurden nicht gefunden. Die Schlauchleitungen zwischen den Metallrohrleitungen der Flügeltanks und des Brandhahns waren verbrannt bzw. die Schlauchschellen von den Metallrohrleitungen gezogen (Abb.).



Abb. 4 Kraftstoffleitung des rechten Flügeltanks; Kraftstoffsammelleitung von den Flügeltanks zum Brandhahn (Quelle: SUB).

Die Schlauchleitungen zwischen dem Brandhahn und den beiden Vergasern waren verbrannt. Auf den motorraumseitigen Rohrenden der zwischen den elektrischen Kraftstoffpumpen und den Vergasern in der Kabine verlegten Metallrohrleitungen waren die Schlauchschellen vorhanden (Abb.).



Abb. 5 Schlauchschellen auf den motorraumseitigen Rohrenden der zwischen den elektrischen Kraftstoffpumpen und den Vergasern in der Kabine verlegten Metallrohrleitungen (Quelle: SUB).

1.9 Brand

Der Motorsegler geriet im Flugplatzrettungsbereich des Flugfeldes Hofkirchen in Sichtweite des Betriebsgebäudes in Brand.

Der Brand ging von der rechten Motorraumseite aus und griff auf die beiden im Flügelmittelstück untergebrachten Kraftstofftanks über (Abb. 6).



Abb. 6 Flammenfront im Bereich des rechten Vergasers (Quelle: HB-Flugtechnik GesmbH); Motorsegler im Vollbrand (Quelle: H. B. Brditschka GmbH & Co.KG)

Die für den Motorsegler vorgeschriebene Ausrüstung sieht keinen Feuerlöscher vor (siehe auch Pkt. 1.10.4 und Pkt. 1.10.5).

Unmittelbar nach Ausbruch des Brandes um ca. 14:22 Uhr nahm der am Flugfeld diensthabende Einsatzleiter die Auslösung der Feuerlöschmaßnahmen durch Alarmierung der örtlich zuständigen Feuerwehr vor und veranlasste den Transport des während der Betriebszeit am Flugfeld bereitgehaltenen 50-kg-Pulver-Feuerlöschgeräts zum ca. 300 m vom Betriebsgebäude im Sicherheitsstreifen abgestellten Motorsegler.

Da keine Personen im bzw. in der Nähe des brennenden Motorseglers gefährdet waren und Verletzungsgefahr bestand durch Strahlungshitze infolge fortschreitender Brandausbreitung durch Kraftstoffaustritt nach Bersten des linken Flügeltanks, wurde

aus Gründen des Eigenschutzes eine weitere Annäherung der flugplatzeigenen ersten Löschhilfe an das Brandobjekt abgebrochen.

Die alarmierte Freiwillige Feuerwehr Hofkirchen im Traunkreis traf mit 2 Fahrzeugen und 20 Mann um ca. 14:35 Uhr am Brandort ein und startete sofort mittels Atemschutz und Schaumrohr einen umfassenden Löschangriff gegen den in Vollbrand stehenden Motorsegler, sodass gegen 14:40 Uhr die Hauptbrandlast abgelöscht war (Brandaus ca. 15:00 Uhr).

1.10 Andere Angaben

1.10.1 Flughandbuch

Auszug aus dem Flughandbuch gemäß TCDS EASA.A.433, Issue 01, 07.01.2010, „*Flughandbuch HB 23/2400 Scanliner*“, Ausgabe November 1985, vom Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZ) anerkannt am 06.05.1986, Änderungsstand Nr. 9 „*Türverriegelung*“ (elektrische Türwarnung, Juni 1998), einschließlich TM-HB-23/23/93 „*SUPER PLUS bleifrei*“ (November 1993) und TM-HB-23/25/96 „*4-Blatt-Propeller*“ (September 1996):

2. Betriebsgrenzen

2.1 Lufttüchtigkeitsgruppe

U (Utility) nach JAR-22

Grundlage der Musterzulassung sind die Lufttüchtigkeitsforderungen für Segelflugzeuge und Motorsegler (JAR-22), Ausgabe 15. März 1982 mit Änderungsstand vom 18. Mai 1981.

[...]

2.3 Ausrüstung

Mindestausrüstung

[...]

- 1 Betriebsstundenzähler

[...]

Zusätzliche Ausrüstung

Je nach Verwendungsart gemäß den gesetzlichen Bestimmungen (ZLLV, Anhang D)

[...]

2.5 Triebwerksgrenzwerte

[...]

2.5.3. Drehzahlen

Höchstdrehzahl 4000 U/min

Dauerdrehzahl 3600 U/min

[...]

2.5.6 Zylinderkopftemperatur:

Höchstzulässige Zylinderkopftemperatur: 250°C = roter Strich gemessen am heißesten Zylinder.

[...]

2.5.9 Betriebsmittel:

1. Kraftstoff: (wahlweise)

- AVGAS 100LL
- MOGAS
- Superbenzin 98 ROZ verbleit (DIN 51600 od. ÖNORM C1103)
- Superplus 98 ROZ bleifrei (ÖNORM C1100)

[...]

3. Normale Betriebsverfahren

3.2 Tägliche Kontrolle

Vom verantwortlichen Piloten vor Beginn des Flugbetriebes durchzuführen.

3.2.3 Kontrolle am Rumpf:

[...]

Innenkontrolle (Kabinenraum) Fremdkörperkontrolle - lose Gegenstände (Bordbuch, Bordpapiere, Karten, Bordwerkzeuge etc.) sind richtig zu verstauen.

[...]

Motorraum:

Eventuelle festgestellte Leckstoffe und Fremdkörper sind zu entfernen. Werden größere Mengen an Leckstoffen (z.B. Öl und Kraftstoff) festgestellt, sind die Ursache hierfür festzustellen (vor Behebung kein weiterer Flugbetrieb).

Schmierölstandskontrolle (fehlendes Öl ist zu ergänzen).

[...]

Treibstoffleitungen auf offensichtliche Undichtheiten und Festsitz der Schlauchleitungen an den Anschlüssen überprüfen.

[...]

Treibstofffilter auf Verunreinigung und Wasseransammlung kontrollieren – gegebenenfalls entleeren (dabei Kraftstoffhahn „zu“).

[...]

3.3 Kontrolle vor dem Flug

- *Ist die tägliche Kontrolle erfolgt?*
- *Öl- und Kraftstoffvorrat überprüfen.*

[...]

3.4 Kontrolle vor dem Anlassen:

[...]

- *Treibstoffhahn AUF*

[...]

3.5 Anlassen:

- *Netz EIN*
- *Zündung EIN*
- *Kraftstoffpumpe EIN*
- [...]
- *Bei kaltem Motor Gashebel zwei bis dreimal betätigen (Einspritzen) dann auf ca. 1/3 Gas stellen.*
- *Bei kaltem Wetter gegebenenfalls CHOKE ziehen.*
- *Propellerbereich frei*
- *Anlasser betätigen*
- *Drehzahl auf ca. 2000 U/MIN einstellen (Choke gegebenenfalls öffnen bis Motor rund läuft)*
- *Öldruck überprüfen (ist dieser nach 15 Sekunden nicht angestiegen, Motor sofort wieder abstellen, Ursache feststellen)*

[...]

3.6 Warmlaufen und Abbremsen

Motor ca. 2 Minuten bei ca. 2000 U/MIN laufen lassen, dann weiteres Warmlaufen bei ca. 2500 U/MIN bis Zylinderkopftemperatur 130°C und Öltemperatur 50°C erreicht hat. Bei kaltem Motor kann der Öldruck vorübergehend 5 bar übersteigen.

Beim Abbremsen darauf achten, dass Parkbremse fest ist.

- *Knüppel neutral*
- *Langsam auf Vollgas gehen*
- *Drehzahl kontrollieren - Sollzahl 3500 ± 200 U/MIN*

3.8 Kontrolle vor dem Start

[...]

Check-Liste

[...]

- *Benzinhahn AUF*
- *Kraftstoffpumpe EIN*
- *Vergaservorwärmung AUS*
- *Abbremsen, Drehzahl 3500 ± 200 U/MIN*
- *Motorüberwachungsinstrumente kontrolliert*

[...]

4. Verfahren in Notfällen

4.6. Feuer im Motorraum

- *Treibstoffhahn ZU*
- *Kabinenheizung AUS*

- Vollgas geben
- Zündung und Netz AUS wenn Motor steht

1.10.2 Motorhandbuch

Auszug aus dem Instandhaltungshandbuch gemäß TCDS EASA.A.433, Issue 01, 07.01.2010, „*Motorhandbuch VW-HB-2400 G/2*“ (siehe auch Anhang A), Ausgabe September 1985, vom BAZ anerkannt am 29.10.1986, Änderungsstand Nr. 5 TM-VW-HB-2400 2/93 „*Bleifreier Benzin*“ (02.11.1993), einschließlich TM-HB-23/08/87 „*Erneuerung des Gebläse-Keilriemens*“ (02.04.1987) und TM-VW-HB-2400 1/91 „*TBO von 1000 auf 1200*“ (01.06.1991):

4. Wartungsanleitung

[...]

4.2 Periodische Kontrollen

Nach den ersten 25 Betriebsstunden ist die unter 5.3 [4.3] angeführte Kontrolle erforderlich. Die nächste Kontrolle ist bei 50 Betr. Std. und jeweils nach weiteren 50 Std. erforderlich. Ferner sind jene Punkte zu beachten, die nach 100 bzw. 200 Betr. Stunden durchzuführen sind.

4.3 Erste 25-h-Kontrolle

[...]

50-h-Kontrolle

- [...]
- Motor reinigen
- Kontrolle der Kraftstoffanlage
- [...]
- Ventilspiel prüfen, Ein- und Auslass im kalten Zustand 0,2 mm
- [...]
- Kompressionsprüfung
- [...]

100-h-Kontrolle wie 50-h-Kontrolle.

200-h-Kontrolle Wechsel der Zündkerzen, der Unterbrecherkontakte und des Keilriemens für den Gebläse- und Lichtmaschinenantrieb; sonst wie 50-h-Kontrolle.

[...]

5. Überholungen

5.1 Grundüberholungen werden nur durch den Hersteller durchgeführt. Zu diesem Zweck ist der Motor nach erreichter Betriebsstundenzahl mit dem Motorlogbuch an den Hersteller einzuschicken.

Die Betriebszeit zwischen 2 Grundüberholungen beträgt zurzeit 1200 Stunden.

Die Erhöhung von Laufzeiten aufgrund von Betriebserfahrungen wird jeweils in den technischen Mitteilungen des Herstellers bekannt gegeben.

5.2 Große Reparaturen und große Änderungen werden ebenfalls nur durch den Hersteller oder von dem Hersteller autorisierten Luftfahrttechnischen Betrieben mit entsprechender Zulassung ausgeführt.

Kontrollliste für VW-HB-2400 G/2 [Anm.: siehe Anhang A]

6. Störungsbehebung

[...]

5. Rauer Motorlauf

5.1 Motorschaden: Motor vollständig überprüfen

[...]

1.10.3 Wartungshandbuch

Auszug aus dem Instandhaltungshandbuch gemäß TCDS EASA.A.433, Issue 01, 07.01.2010, „*Wartungshandbuch HB-23/2400*“ (WHB, siehe auch Anhang B1 und B2), Ausgabe November 1985, revidiert bis Juni 1998 (elektrische Türwarneinrichtung), einschließlich TM-HB-23/22/91 „*TBO Motor von 1000 auf 1200 Stunden*“ (Juni 1991), TM-HB-23/23/93 „*Superbenzin bleifrei*“ (November 1993) und TM-HB-23/25/96 „*4-Blatt-Propeller*“ (September 1996):

2. Baubeschreibung

[...]

2.3.1 Tragwerk

[...]

Die beiden 38 l - wahlweise 50 l - Kraftstofftanks befinden sich in der Flügel Nase und sind in dieser eingeschäumt.

2.3.2 Rumpf

Der Rumpf ist ein gasgeschweißtes Gitterfachwerk aus Stahlrohren. (tragende Struktur)

Vor dem Hauptspant liegt der Besatzungsraum. Der Hauptspant ist mit einem 0,4 mm dicken Chromstahlblech, sowie Isoliermaterialien verkleidet, um damit den Besatzungsraum feuerfest und schallisoliert vom Motorraum zu trennen. Im dahinterliegenden Raum befinden sich die Motoraufnahme, sowie das Antriebssystem zum Propeller. Der Spant zwischen Motorraum und Tragflügel ist wie der Hauptspant ausgeführt. [...]

2.3.6 Triebwerk [Anm.: WHB Seite 20 - 24]:

[...]

Das Triebwerk ist mit zwei elektrischen Kraftstoffpumpen, einem Ölkühler, zwei Doppelfallstromvergaser und einer Vergaservorwärmung, sowie einem elektrischen Anlasser und einer Drehstromlichtmaschine bestückt. Die Auspuffanlage, komplett aus rostfreiem Material gefertigt, liegt unter dem Triebwerk und besitzt einen Wärmetauscher zur Kabinenheizung. [...]

Ventilspiel einstellen

Das Ventilspiel soll grundsätzlich von einem Fachmann eingestellt werden, denn das richtige Spiel trägt wesentlich zu der Lebensdauer und Leistung Ihres Motors bei. Bei neuem Motor ist das Ventilspiel nach den ersten 25 h zu kontrollieren. Ab 50 h Motorlaufzeit genügt dann ein Prüfen bzw. Einstellen jeweils nach weiteren 50 Betriebsstunden.

Das Ventilspiel soll bei kaltem Motor an den Einlaß- und Auslaßventilen 0,2 mm betragen. [...]

Kompression prüfen

Es gibt zwei gebräuchliche Verfahrensweisen bei der Kompressionsprüfung:

1. Die direkte Kompressionsdruckprüfung

Dabei wird der beim Durchdrehen des Motors sich aufbauende Druck mit einem Druckmesser im Kerzensitz jedes Zylinders geprüft. Da dieses Verfahren je nach äußeren Bedingungen (Durchdrehgeschwindigkeit, Motortemperatur, Lufttemperatur u.a) unterschiedliche Ergebnisse liefert, ist dem 2. Verfahren der Vorzug zu geben.

2. Differenzdruckprüfung

Hierbei wird ein Standarddruck von 80 psi (5,6 bar) durch den Kerzensitz in den Zylinder gebracht. Durch Undichtigkeiten im Zylinder entsteht ein Druckabfall, der einen festgelegten Wert nicht überschreiten darf. Dieses Verfahren bietet den Vorteil, dass durch die entweichende Luft eine eventuelle Undichtigkeit lokalisiert werden kann (Einlass-Auslassventil, Kolbenringe). Außerdem ist es genauer, da unter stets gleichen Bedingungen gemessen werden kann, und die Handhabung ist einfacher.

Grundsätzlich gelten für beide Messverfahren:

- Motor vor der Messung auf Betriebstemperatur warmlaufen lassen.
- Alle 4 Zündkerzen ausschrauben.
- Motor mit dem Anlasser ca. 15 Umdrehungen durchdrehen.
- Der Maßvorgang selbst ist der Gebrauchsanleitung des jeweiligen Messgerätes zu entnehmen.
- Bei ungenügendem Messergebnis Messung wiederholen. Wird der geforderte Wert nicht erreicht, Motor vom Hersteller oder einem lizenzierten Betrieb überprüfen bzw. instand setzen lassen.

[...]

Vergaser

Der Motor VW-HB-2400 G/2 bzw. VW-HB-2400 G ist mit zwei DELLORTO DRLA 40 S/D Vergasern ausgerüstet.

- Anschlüsse der Treibstoffleitungen prüfen.
- Mechanische Anschlüsse prüfen.
- Flansche und Verschraubungen auf Festsitz und Dichtheit kontrollieren.

Kraftstofffilter reinigen

- Brandhahn auf "ZU" setzen.
- Filter mit Rändelmutter abschrauben.
- Kraftstoff auslaufen lassen.

- Filtersieb sorgfältig in Benzin auswaschen.
- Montage in umgekehrter Reihenfolge.
- Dichtigkeit des Filters kontrollieren.

Kraftstoffsystem [Anm.: WHB Seite 25, siehe Anhang B1]

3. Wartungen und Kontrollen

[...]

3.2 Periodische Kontrollen

[...]

Es sollen jedoch mindestens folgende Zeitintervalle für die periodischen Kontrollen eingehalten werden:

[...]

- d) Nach jeweils weiteren 50 bzw. 100 Betriebsstunden.
- e) Nach 200 Betriebsstunden eine Wartung wie bei 100 Betriebsstunden. Zusätzlich ist ein CO-Test durchzuführen und sämtliche Stoppmuttern und Kontermuttern auf Festsitz zu kontrollieren.
- f) Nach 500 Betriebsstunden eine 500-h-Wartung laut folgender Wartungsliste.
- g) Nach 1000 Betriebsstunden eine Wartung wie bei 500 Stunden.
- h) Bei 1200 Stunden:
 - Propellerwelle und das Triebwerk einer Grundüberholung im Herstellerwerk zuführen.
 - Spannschlösser in den [Leitwerkträger]-Spannseilen erneuern.
 - Unteren Spannseilanschlussbügel am Leitwerksträger erneuern.

Die Wartungen sind nach den Wartungslisten S. 32-35 [Anm.: „Checkliste“, siehe Anhang B2] durchzuführen.

[...]

Die Checkliste für die zu kontrollierenden Teile des Triebwerks laut WHB verwies auf das Motorhandbuch des Triebwerks (Kontrollliste für VW-HB-2400 G/2, siehe Anhang A) und das WHB Seite 20 bis 24 (Kapitel 2.3.6 Triebwerk).

1.10.4 Luftfahrtrechtliche Bestimmungen

Auszug aus Anlage D zur Zivilluftfahrzeug- und Luftfahrtgerät-Verordnung - ZLLV 2010, BGBl. II Nr. 143/2010 zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 470/2013 (Mindestausrüstung für Luftfahrzeuge):

1. Allgemeines:

Folgende Bestimmungen und Anforderungen gelten allgemein:

[...]

1.7 Zusätzlich zu den Bestimmungen der Pkt. 2 bis 12 sind die im Sinne der Sicherheit der Luftfahrt von der zuständigen Behörde mittels Lufttüchtigkeitshinweisen (LTH) verlautbarten Ausrüstungserfordernisse maßgeblich und vom Luftfahrzeughalter zu beachten.

[...]

1.10 Die Grundausrüstung hat, sofern in den Punkten 2 bis 12 nicht anderes festgelegt ist, für alle Luftfahrzeuge der im Musterkennblatt angeführten technischen Bauvorschrift zu entsprechen.

5. Segelflugzeuge einschließlich eigenstartfähiger und nichteigenstartfähiger Motorsegler: (ED Decision 2003/13/RM Final 14/11/2003 (CS-22)):

[...]

5.3 Eigenstartfähige Motorsegler:

1. Grundausrüstung für die Verwendung in der Allgemeinen Luftfahrt:

Ausrüstung gemäß Pkt. 1.10; zusätzliche Ausrüstung für:

2. Beförderung von Personen und Sachen:

Ausrüstung gemäß Z 1, zusätzliche Ausrüstung für:

a) (Reserviert)

b) Einsatz im Rahmen von Luftbeförderungsunternehmen im Sinne des § 102 Abs. 1 LFG:

- Feuerlöscher
- eine Bordapotheke.

Für Segelflugzeuge einschließlich eigenstartfähiger und nichteigenstartfähiger Motorsegler waren keine zusätzlichen Ausrüstungserfordernisse mittels LTH verlaublich.

2 Analyse

2.1 Luftfahrzeug

Das Herauskippen des Ventilsitzrings aus dem Sitz im Zylinderkopf 3/4 am Einlassventil von Zylinder 3 verhinderte ein vollständiges Schließen des Einlassventils von Zylinder 3 beim Verdichtungstakt.

Ein derartiger Schaden tritt am ehesten beim Abstellen des Triebwerks ein und ist im Flug bei konstanter Motordrehzahl nicht zu erwarten.

Eine Vorschädigung des Ventilsitzrings durch falschen Kraftstoff (ROZ 95 anstelle ROZ 98) ist nicht auszuschließen.

Für das Triebwerk war im Instandhaltungsprogramm für den Motorsegler eine TBO-Verlängerung von 1200 Stunden auf 1440 Stunden genehmigt.

Das Triebwerk befand sich zum Unfallzeitpunkt in Übereinstimmung mit dem IHP ca. 104 Stunden in der genehmigten Überzugsphase (TSO ca. 1304 Stunden, interpoliert).

Die rekonstruierte Betriebszeit des nach der letzten Grundüberholung des Triebwerks getauschten rechten Zylinderkopfs 3/4 betrug ca. 539 Stunden seit dem Einbau im Triebwerk. Die Betriebszeit des Zylinderkopfs (TSN/TSO) zum Zeitpunkt des Einbaus im Triebwerk war in den verfügbaren Aufzeichnungen im Lebenslaufakt nicht dokumentiert.

Da der Motorbetriebsstunden-Zähler durch Brandeinwirkung zerstört war, beruhte die rekonstruierte Motorbetriebszeit sowie die Betriebszeit des Zylinderkopfs 3/4 im Triebwerk zum Unfallzeitpunkt auf den im Motor-Logbuch und im Bordbuch erfassten Motorbetriebs- und Flugzeiten des Motorseglers und dem Anteil der anrechenbaren Motorbetriebszeit an der Flugzeit in der Überzugsphase.

Die in der Überzugsphase analog zu 50-, 100- und 200-Stunden-Kontrollen des Triebwerks vorgenommenen Sonderkontrollen von Kompression und Ventilspiel gemäß IHP gaben keinen Grund zur Beanstandung in den Befund- und Arbeitsberichten.

In der Überzugsphase des Triebwerks waren mit Ausnahme eines Druckunterschieds zwischen dem schlechtesten Zylinder 3 und den übrigen Zylindern von ca. 23-26 % keine Anzeichen einer allfälligen Schadensankündigung in den Befund- und Arbeitsberichten vermerkt.

Anlässlich der letzten vor dem Eintritt in die Überzugsphase dokumentierten Kompressionsprüfung betrug der Druckunterschied zwischen dem schlechtesten

Zylinder 3 und den übrigen Zylindern ca. 19 %, sodass von einer nachhaltigen Verschlechterung des Kompressionswerts von Zylinder 3 auszugehen ist.

Da anlässlich der ersten 3 Flüge am Unfalltag keine Leistungseinbußen des Triebwerks auftraten, wird der Druckunterschied von ca. 23 % zwischen Zylinder 3 und den übrigen Zylindern zum Zeitpunkt der letzten Kompressionsprüfung ca. 29 Motorbetriebsstunden vor dem Unfall stellvertretend für die Kompressionswerte am Unfalltag bis zum Herauskippen des Ventilsitzrings angenommen.

Während bei einem Kolbentriebwerk mit hoher Laufleistung gleichmäßig schlechte Kompressionswerte auf ein Annähern der Verschleißgrenze hinweisen, stellen die stark unterschiedlichen Kompressionswerte zwischen Zylinder 3 und den übrigen Zylindern ein mögliches Merkmal für einen lokalen Defekt dar, insbesondere Undichtigkeit im Bereich des rechten Zylinderkopfs 3/4 bzw. der Ventile des Zylinders 3 oder Verschleiß der Kolbenringe des Zylinders 3.

Spätestens ab Eintritt in die Überzugsphase des Triebwerks hätte der signifikant schlechtere Kompressionswerte von Zylinder 3 auf Basis der im Wartungshandbuch des Motorseglers als periodische Kontrolle und im IHP als Sonderkontrolle in der Überzugsphase aufgetragenen Kompressionsprüfung (50-Stunden-Kontrolle) eine Zerlegeprüfung des Zylinders bzw. eine vorgezogene Grundüberholung des Triebwerks gerechtfertigt.

Der genehmigte EASA Part M Instandhaltungsbetrieb ging aufgrund von Erfahrungswerten bei Verschlechterung der Kompressionswerte des Zylinders 3 gegenüber den übrigen Zylindern bei Triebwerken mit vergleichbar hoher Laufleistung von für diese Motortype normalen Kompressionswerten des Zylinders 3 aus.

In den Basisdokumenten gemäß dem genehmigten IHP waren keine Grenzwerte bzw. zulässigen Abweichungen der Kompressionsdrücke festgelegt.

Hinweise, dass eine Fehlfunktion am Zylinderkopfthermometer oder Brandhahn (Kraftstoffhahn) oder eine Undichtheit des Kraftstoffsystems zum Motorbrand beigetragen hätte, liegen nicht vor.

2.2 Flugbetrieb

Am Unfalltag begründeten die durchgeführten Kontrollen und Überprüfungen des Motorseglers im Rahmen der normalen Betriebsverfahren während der ersten 3 Flüge keine Zweifel am lufttüchtigen Zustand des Motorseglers. Insbesondere waren weder Undichtheiten des Kraftstoffsystems noch Leistungseinbußen des Triebwerks oder unzulässig hohe Motortemperaturen aufgefallen.

Vor dem Start zum 4. Flug am Unfalltag wurde vom Piloten beim ersten Hochfahren mit Vollgas nach dem neuerlichen Anlassen des bereits warmen Motors ein ungewöhnlich rauhes Laufgeräusch wahrgenommen und nahm das Triebwerk keine Leistung an.

Spätestens zu diesem Zeitpunkt wäre aufgrund rauen Motorlaufs gemäß Motorhandbuch des Triebwerks ein Motorschaden anzunehmen gewesen, der ein sofortiges Abstellen des Motors gerechtfertigt hätte.

Die normalen Betriebsverfahren für das Anlassen, Warmlaufen und Abbremsen gemäß Flughandbuch des Motorseglers enthielten mit Ausnahme eines zu niedrigen Öldrucks („*Motor sofort wieder abstellen*“) keine Anweisungen, wie im Falle einer am Boden wahrgenommenen Motorstörung zu verfahren ist.

Das raue Motorgeräusch war auf den Kontakt zwischen Kolbenboden und herausgekipptem Ventilsitzring des Einlassventils von Zylinder 3 zurückzuführen und war ein Indiz für einen Motorschaden, der bereits beim Anlassen des Motors aufgetreten sein könnte.

Die Verwendung einer Sprechfunkgarnitur könnte möglicherweise die akustische Wahrnehmbarkeit des Motorlaufgeräuschs beim Anlassen behindert haben.

Eine Brandentstehung aufgrund eines derartigen Ventilschadens war bei sofortigem Abstellen des Motors nicht zwangsläufig zu erwarten.

Ein Abstellen des Motors bzw. ein Abstellen des Motorseglers im Sicherheitsstreifen der einzigen Piste des Flugplatzes wurde vorerst nicht erwogen.

Der Pilot wurde erst während des Zurückrollens zur Abstellfläche mit laufendem Triebwerk auf Rauchentwicklung im Motorraum und in der Kabine aufmerksam.

Bei einer der Jahreszeit entsprechenden Außentemperatur konnten bei eingeschalteter Kabinenheizung gasförmige Verbrennungsprodukte in die Kabine gelangen, welche zum Anlaufen der Frontscheibe bzw. zur Sichtbehinderung führten.

In der Zwischenzeit wurde unterstützt durch die Kraftstoff-Zusatzpumpe dem rechten Vergaser weiterhin Kraftstoff zugeführt, welcher sich durch das Eindringen heißer Verbrennungsgase vom Zylinder 3 in das Ansaugsystem bis zum Entstehen eines Motorbrandes bzw. Vergaserbrandes erhitzte.

Während des Abbremsens betrug die Temperatur des heißesten Zylinderkopfs zwischen 160°C und 185°C.

Für die Entzündung des von Zylinder 3 angesaugten Kraftstoff-Luft-Gemischs kamen bis zum Erreichen einer Zylinderkopftemperatur von mehr als 220°C (Zündtemperatur von Ottokraftstoff) Zündfunken sowie die Abgasanlage in Betracht.

Auf Fotos des brennenden Motorseglers war in der Anfangsphase des Brandes eine Flammenfront im Bereich des rechten Vergasers sichtbar.

Nach dem Ausschalten der Kraftstoff-Zusatzpumpe und Schließen des Brandhahns (Kraftstoffhahn) wurde der Motorbrand durch den im motorseitigen Kraftstoffsystem vorhandenen Kraftstoff weiter genährt.

Der Pilot nahm erst nach dem Verlassen des Motorseglers Flammen aus dem Motorraum wahr.

Zum Zeitpunkt der wahrgenommenen Rauchentwicklung befand sich ein Passagier an Bord des Motorseglers und bestand das Risiko einer Beeinträchtigung durch Atemgifte im Rauch oder einer Unbenutzbarkeit von Fluchtwegen im Falle eines Brandes. Es war daher abzuwägen, ob die Evakuierung des Motorseglers erst nach Abstellen des Triebwerks entsprechend dem Verfahren in Notfällen „*Feuer im Motorraum*“ erfolgen sollte, welches den Verbleib in der Kabine während eines unbestimmten Zeitraumes bedeutet hätte.

Durch Vollgasgeben nach Schließen des Brandhahns entsprechend dem Verfahren in Notfällen „*Feuer im Motorraum*“ hätte bis zum selbsttätigen Abstellen des Motors infolge Unterbrechung der Kraftstoffversorgung zum Verbrennen des in den Vergasern und im Kraftstofffilter vorhandenen Kraftstoffs beigetragen, jedoch die Hitzeentwicklung durch die Entzündung des von Zylinder 3 angesaugten Kraftstoff-Luft-Gemischs im Ansaugsystem weiter angefacht (Vergaserbrand).

2.3 Brandbekämpfung

Da im Motorsegler kein Feuerlöscher vorhanden war, bestand außer dem Verfahren in Notfällen „*Feuer im Motorraum*“ keine andere Möglichkeit, die Ausbreitung des sich durch Rauch ankündigenden Motorbrandes zu beeinflussen, und stand daher der Eigenschutz der Flugzeuginsassen im Vordergrund. Beiden Insassen war es möglich, vor dem Übergreifen des Brandes vom Motorraum auf das Tragwerk den Motorsegler selbständig zu verlassen.

Wenn ein Handfeuerlöscher an Bord des Motorseglers gewesen wäre, hätte der Pilot nach Verlassen des Motorseglers die Möglichkeit gehabt, die Bekämpfung des Motorbrandes zu versuchen. Die für die beabsichtigte Verwendung des Motorseglers erforderliche Betriebs- und Notausrüstung sah jedoch keinen Feuerlöscher vor.

Beim Eintreffen der flugplatzeigenen ersten Löschhilfe beim abgestellten Motorsegler hatte der Brand bereits vom Motorraum auf das über dem Motorraum befindliche Tragwerk in Holzbauweise und die im Flügelmittelstück untergebrachten Kraftstofftanks übergreifen, die bis zu 76 Liter Ottokraftstoff enthalten konnten. Nach Bersten des linken Flügeltanks wurden daher aus Sicherheitsgründen bis zum Eintreffen der Feuerwehr keine weiteren Löschversuche unternommen.

Bei Auflösung des durch Brandeinwirkung beeinträchtigten Festigkeitsverbandes von Tragwerk und Rumpf konnten allenfalls noch vorhandene Schlauchleitungen des zellenseitigen Kraftstoffsystems durch übermäßige Zugbelastung von den Metallrohrleitungen gezogen werden. Spätestens zu diesem Zeitpunkt wurde der in den Flügeltanks allenfalls noch vorhandene Kraftstoff freigesetzt.

Der beim Eintreffen der Feuerwehr in Vollbrand stehende Motorsegler konnte nur mit Atemschutz und Schaumrohr gelöscht werden.

Damit Aluminiumschmelze durch die Öffnung des Einlassventils in den Brennraum von Zylinder 3 eindringen konnte, musste im Ansaugsystem eine Temperatur von mehr als 580 °C herrschen (Schmelzpunkt Aluminium-Gusslegierungen).

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

Der Pilot erfüllte die Voraussetzungen, den Motorsegler im Motorflug zu führen.

Die Voraussetzungen für die Verwendung des Motorseglers im Fluge waren gegeben.

Die vorgeschriebene Tages- und Vorflugkontrolle des Motorseglers wurde vor dem ersten Flug am Unfalltag durchgeführt und erbrachte keine Hinweise auf Defekte, Mängel oder Ausfälle, die Zweifel am lufttüchtigen Zustand des Motorseglers begründet hätten.

Im Rahmen der Tageskontrolle war der Motorraum auf Leckstoffe, Undichtheiten der Kraftstoffleitungen und Festsitz der Schlauchleitungen an den Anschlüssen zu überprüfen.

Warmlaufen und Abbremsen des Triebwerks erfolgte mit eingeschalteter Kraftstoff-Zusatzpumpe. Die Solldrehzahl beim Abbremsen sollte 3300-3700 U/MIN betragen.

Die Temperatur des heißesten Zylinderkopfes während des letzten dokumentierten Standlaufs betrug 185°C bei 3600 U/MIN und 160°C bei 900 U/MIN.

Während der vorgeschriebenen Überprüfungen vor dem Abflug einschließlich Kontrolle der Solldrehzahl (Abbremsen) und während der anschließend durchgeführten 3 Flüge waren die abgelesenen Motortemperaturen einschließlich der Zylinderkopftemperatur im zulässigen Bereich.

Alle Flüge wurden mit einer 2. Person an Bord durchgeführt.

Beim Abbremsen vor dem 4. Abflug erreichte das Triebwerk beim Hochfahren mit Vollgas nicht die erforderliche Drehzahl und hatte ein ungewöhnlich raues Laufgeräusch.

Bei rauem Motorlauf ist ein Motorschaden anzunehmen.

Während des Zurückrollens zur Abstellfläche war vom Pilotensitz aus Rauchentwicklung hinter der Kabine wahrnehmbar, worauf alle elektrischen Verbraucher einschließlich der Kraftstoff-Zusatzpumpe ausgeschaltet und der Brandhahn geschlossen wurde.

Im Rahmen der Verfahren in Notfällen ist bei Feuer im Motorraum nach dem Schließen des Brandhahns Vollgas zu geben.

Nachdem beide Insassen den Motorsegler verlassen hatten, waren Feuer im Motorraum sichtbar.

Im Motorsegler war ein Feuerlöscher weder mitzuführen noch vorhanden.

Motorsegler, die im Rahmen von Luftbeförderungsunternehmen zur Beförderung von Personen und Sachen im gewerblichen Luftverkehr betrieben werden, sind mit einem Feuerlöscher auszurüsten.

Für eigenstartfähige Motorsegler waren zusätzlich zur Mindestausrüstung gemäß ZLLV 2010 idgF keine Ausrüstungserfordernisse mittels LTH verlautbart.

Alle Flugzeuginsassen blieben unverletzt und konnten den Motorsegler selbständig verlassen.

Der Brand griff auf das über dem Motorraum befindliche Tragwerk in Holzbauweise und die im Flügelstielstück untergebrachten Kraftstofftanks über.

Nach Bersten des linken Flügeltanks unterblieben aus Sicherheitsgründen Löscheversuche mit flugplatzeigenem Feuerlöschgerät.

Beim Eintreffen der örtlich zuständigen Feuerwehr stand der Motorsegler in Vollbrand.

Die Instandhaltung von Triebwerk und Kraftstoffsystem erfolgte auf Grundlage eines genehmigten Instandhaltungsprogramms (IHP).

Das IHP schloss Abweichungen zu Überholungszeiträumen des Triebwerksherstellers ein (TBO-Verlängerung von 1200 Stunden auf 1440 Stunden).

Das Triebwerk befand sich zum Unfallzeitpunkt ca. 104 Stunden in der genehmigten Überzugsphase (TSO ca. 1304 Stunden, interpoliert).

Die rekonstruierte Betriebszeit des nach der letzten Grundüberholung des Triebwerks getauschten rechten Zylinderkopfs 3/4 betrug ca. 539 Stunden seit dem Einbau im Triebwerk.

Die Betriebszeit des Zylinderkopfs (TSN/TSO) zum Zeitpunkt des Einbaus im Triebwerk war nicht rekonstruierbar.

Die anlässlich von Instandhaltungsarbeiten erfassten Motorbetriebszeiten seit der letzten Grundüberholung (TSO) entsprachen den im Bordbuch erfassten Motorbetriebsstunden-Zählerständen.

Der Motorbetriebsstunden-Zähler war durch Brandeinwirkung zerstört und nicht ablesbar.

In der Überzugsphase des Triebwerks betrug der Anteil der anrechenbaren Motorbetriebszeit ca. 82 % der im Bordbuch erfassten Flugzeit des Motorseglers.

Die in der Überzugsphase des Triebwerks alle 50 Stunden vorzunehmende Sonderkontrolle des Triebwerks, welche die Prüfung von Kompression und Ventilspiel einschloss, wurde durchgeführt.

Die Prüfung von Kompression und Ventilspiel waren Bestandteil der 50-, 100- und 200-Stunden-Kontrollen des Triebwerks.

Kompression und Ventilspiel waren in den Befund- und Arbeitsberichten ohne Beanstandung.

In den Basisdokumenten Wartungshandbuch und Checkliste „HB 23/2400“, Ausgabe November 1985 idgF, waren für die direkte Kompressionsdruckprüfung bzw. die Differenzdruckprüfung vom Hersteller keine Grenzwerte bzw. zulässigen Abweichungen der Kompressionsdrücke festgelegt.

Die letzte Kompressionsprüfung und Kontrolle des Ventilspiels erfolgte anlässlich einer 100-Stunden-Kontrolle ca. 29 Motorbetriebsstunden vor dem Unfall.

In der Überzugsphase des Triebwerks war der gemessene Kompressionsdruck bei Zylinder 3 ca. 23-26 % niedriger als der Mittelwert der gemessenen Kompressionsdrücke der 3 anderen Zylinder.

Anlässlich der letzten vor dem Eintritt in die Überzugsphase dokumentierten Kompressionsprüfung war der gemessene Kompressionsdruck bei Zylinder 3 ca. 19 % niedriger als der Mittelwert der gemessenen Kompressionsdrücke der 3 anderen Zylinder.

Der genehmigte EASA Part M Instandhaltungsbetrieb ging von einer für diese Motortype mit vergleichbarer Betriebszeit normalen Verschlechterung der Kompressionswerte des Zylinders 3 aus.

Wiederkehrende Kontrollen des Triebwerks wurden in 50-Stunden-Intervallen gemäß dem im Bordbuch erfassten Motorbetriebsstunden-Zählerständen als 50-, 100- und 200-Stunden-Kontrollen durchgeführt.

Wiederkehrende Kontrollen der Zelle wurden als 50-, 100- und 200-Stunden-Kontrollen zeitgleich mit den Kontrollen des Triebwerks durchgeführt.

Der gemäß IHP für wiederkehrende Instandhaltungen des Triebwerks vorgeschriebene Lufttüchtigkeitshinweis ACG LTH 36 *„Abweichungen (Toleranzen) von Instandhaltungsintervallen“* wurde beachtet.

Die gemäß IHP für wiederkehrende Instandhaltungen der Kraftstoffschläuche gemäß IHP vorgeschriebene Lufttüchtigkeitsanweisung ACG LTA 46 *„Betriebsmittelschläuche und Schlauchleitungen aus Elastomeren“* wurde beachtet.

Die Ausrüstung des Luftfahrzeuges entsprach den anwendbaren Lufttüchtigkeitsanforderungen und schloss ein Zylinderkopftthermometer ein.

Die Ausrüstungsliste des Motorseglers war bezüglich der zusätzlichen Ausrüstung *„Zylinderkopftthermometer“* für die Sonderart *„Schleppflüge“* laut TCDS EASA.A.433, Issue 01, 07.01.2010, nicht am letztgültigen Stand.

Der Sensor des Zylinderkopfthermometers wurde ca. 176 Motorbetriebsstunden vor dem Unfall getauscht.

Der Brandhahn wurde ca. 29 Motorbetriebsstunden vor dem Unfall erneuert.

Die letzte Funktionsprüfung des Zylinderkopfthermometers und des Brandhahns erfolgte anlässlich der Prüfung der Lufttuchtigkeit ca. 3 Motorbetriebsstunden vor dem Unfall.

Die letzte wiederkehrende Kontrolle des Kraftstoffsystems auf Dichtheit und der Kraftstoffanlage des Triebwerks erfolgte anlässlich einer 100-Stunden-Kontrolle ca. 29 Motorbetriebsstunden vor dem Unfall.

Der am Triebwerk aufgebaute Zylinderkopf 3/4 wurde ca. 539 Motorbetriebsstunden vor dem Unfall eingebaut.

Ursprung und Betriebszeit des Zylinderkopfs 3/4 zum Zeitpunkt des Einbaus im Triebwerk waren in den verfügbaren Aufzeichnungen im Lebenslaufakt nicht dokumentiert.

Am rechten Zylinderkopf 3/4 wurde am Einlassventil von Zylinder 3 ein defekter Ventilsitzring vorgefunden.

Der defekte Ventilsitzring schlug in den Kolben von Zylinder 3 und blockierte das Einlassventil von Zylinder 3 beim Schließen.

Die letzte Betankung des Motorseglers erfolgte am Unfalltag am Flugplatz Hofkirchen (LOLH) zusätzlich mit 40 Liter KFZ-Superbenzin ROZ 98. Die Betankung davor erfolgte ebenfalls am Flugplatz Hofkirchen (LOLH).

Die zugelassenen Kraftstoffsorten für Motorsegler der Type HB 23/2400 schließen verbleiten und unverbleiten KFZ-Superbenzin ROZ 98 ein.

Bei Brandausbruch befanden sich in den Flügeltanks ca. 28-49 Liter Kraftstoff.

Der Brand ging vom rechten Vergaser des Triebwerks aus.

Die Zündtemperatur von Ottokraftstoff (ca. 220°C) liegt unterhalb der höchstzulässigen Zylinderkopftemperatur von 250°C.

Hinweise auf Undichtheit des Brandhahns oder lose Leitungsanschlüsse am Brandhahn liegen nicht vor.

Die Kraftstoffschläuche waren verbrannt.

Diverse Schlauchschellen der Kraftstoffschläuche zwischen den Flügeltanks und dem Brandhahn waren von den Metallrohrleitungen gezogen.

3.2 Wahrscheinliche Ursachen

- Defekter Ventilsitzring am Einlassventil
- Überhitzung des Triebwerks
- Feuer im Motorraum (Vergaserbrand)
- Späte Brandbekämpfung

4 Sicherheitsempfehlungen

SE/SUB/ZLF/11/2017

Ergeht an den Entwurfsstaat und den Inhaber der Musterzulassung von HB 23/2400 Motor-seglern:

Rauer Motorlauf, insbesondere nach dem Warmlaufen, weist auf einen Motorschaden hin, der eine vollständige Überprüfung des Triebwerks erfordert.

Wird im Falle rauhen Motorlaufs infolge eines nicht vollständig schließenden Einlassventils das Triebwerk nicht sofort abgestellt, kann Überhitzung des Triebwerks zu Feuer im Motorraum führen (Vergaserbrand).

Das Flughandbuch gemäß TCDS EASA.A.433, Issue 01, 07.01.2010, „Flughandbuch HB 23/2400 Scanliner“, Ausgabe November 1985, vom Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZ) anerkannt am 06.05.1986, sollte einen Hinweis enthalten, dass rauher Motorlauf, insbesondere nach dem Warmlaufen, auf einen Motorschaden hinweist, der ein sofortiges Abstellen und eine vollständige Überprüfung des Triebwerks erfordert.

Wien, am 12.12.2017


Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes
Bereich Zivilluftfahrt

Dieser Untersuchungsbericht gemäß Artikel 16 der Verordnung (EU) Nr.996/2010 wurde vom Leiter der Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes nach Abschluss des Stellungnahmeverfahrens gemäß Artikel 16 der Verordnung (EU) 996/2010 in Verbindung mit § 14 Abs. 1 UUG 2005 genehmigt.

Anhänge

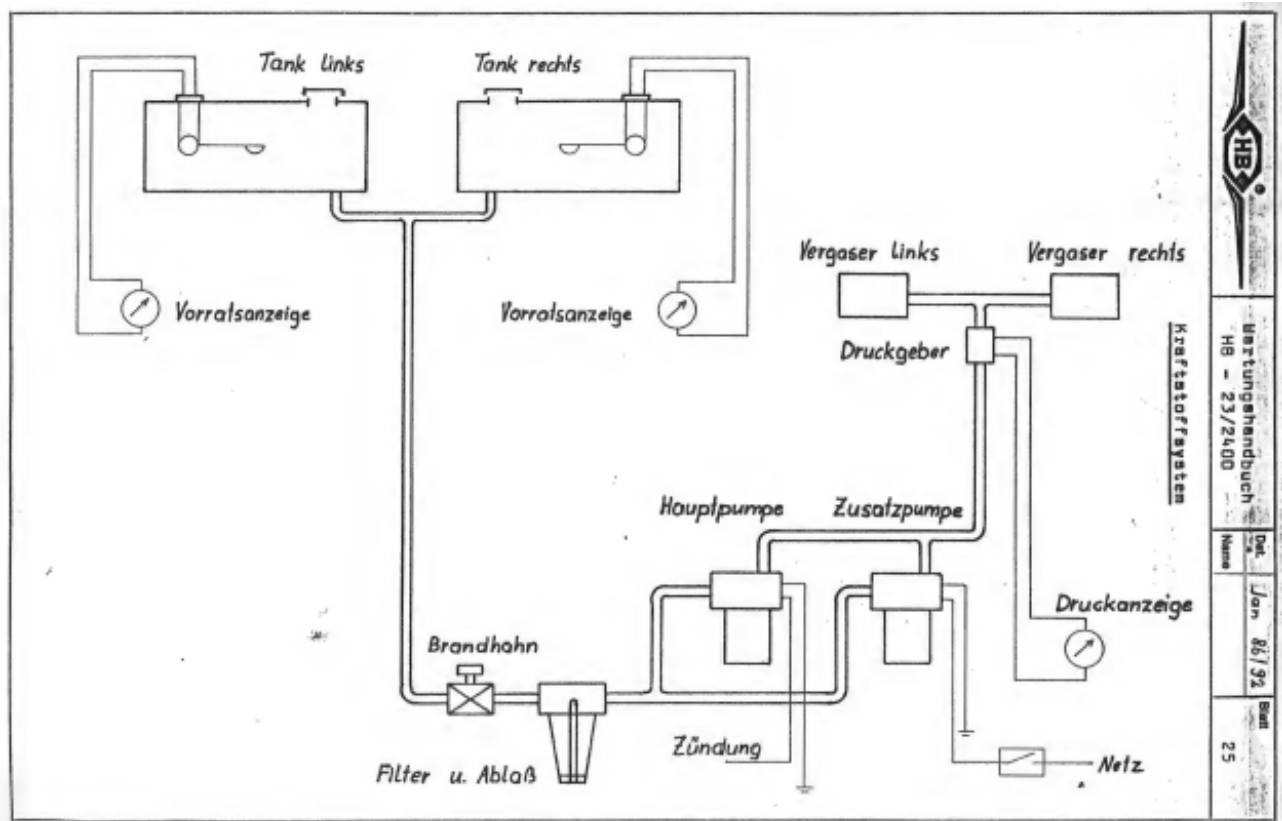
Anhang A

Kontrollliste für VW-HB-2400 G/2 (Quelle: „Motorhandbuch VW-HB-2400 G/2“, Ausgabe September 1985, Seite 12):

	Motorhandbuch VW-HB-2400 G /2		Blatt	
			12	
Kontrollliste für VW-HB-2400 G/2	50	100	200	
Kontrolle der Kraftstoffanlage	0	0	0	
Kraftstofffilter reinigen	0	0	0	
Kontrolle d. Schmierstoffanlage	0	0	0	
Ölwechsel (4 l)	0	0	0	
Filterpatrone wechseln	0	0	0	
Kontrolle und schmieren der Betätigungszüge	0	0	0	
Zündkerzen reinigen und prüfen 0,6 mm	0	0		
Unterbrecherkontakte kontrollieren 0,4 mm	0	0		
Zündzeitpunkt kontrollieren	0	0	0	
Kompressionsprüfung	0	0	0	
Zündkerzen erneuern			0	
Unterbrecherkontakte erneuern			0	
Verkabelung prüfen	0	0	0	
Ventilspiel prüfen, Ein- und Aus- laß 0,2mm (kalter Zustand)	0	0	0	
Allgemeine Kontrolle der Sicher- ungen u. Verbindungen, insbesondere Motoraufhängung	0	0	0	
Kontrolle des Keilriemens und der Spannung (Lichtmaschinen- u. Ge- bläseantrieb 1 - 1,5 cm)	0	0		
Austausch d. Keilriemens (10x775)			0	
Visuelle Kontrolle auf Festsitz und Risse der Abgasanlage	0	0	0	
Motor reinigen	0	0	0	
Motorprüflauf	0	0	0	
Ausgabe: Sept.85				


Anhang B1

Kraftstoffsystem HB-23/2400 (Quelle: „Wartungshandbuch HB-23/2400“, Ausgabe November 1985, Änderungsstand Jänner 1992, Seite 25):




Anhang B2


Checkliste, zu kontrollierende Teile, Auszug (Quelle: „Wartungshandbuch HB-23/2400“, Ausgabe November 1985, Änderungsstand Juni 1998, Seite 33 bis 35):

 Dat. Juni 98 Blatt 33 Name		Wartungshandbuch HB-23/2400			
CHECKLISTE					
Pkt.	Zu kontrollierende Teile	erste 25	50	100	500
7	Bleibt frei				
8	Hauptfahrwerk				
	GFK-Blätter Achsbeschlag und Stützstrebe auf Risse und Beschädigungen.		0	0	0
	Bremsseil und dessen Anschlüsse mit Sicherung		0	0	0
	Bewegliche Teile (Handhebel, Bremshebel) auf Spiel		0	0	0
	Leichtgängigkeit, Verformung und Sicherung		0	0	0
	Bremsbeläge und Bremsnocken kontrollieren und reinigen.			0	0
	Bremsnocken leicht fetten.			0	0
	Reifenabnützung und Druck (2,5 bar)	0	0	0	0
9	Bugfahrwerk				
	Gummielmente auf Risse und Beschädigungen		0	0	0
	Radgabel auf Risse und Verformung		0	0	0
	Lenkhebel, Seile und Anschlüsse		0	0	0
	Reifenabnützung und Reifendruck (3,0 bar)	0	0	0	0
10	Tragwerk				
	Sauberkeit, Beplankung und Lack auf Beschädigung und Risse	0	0	0	0
	Beschläge auf Festsitz und Korrosion			0	0
	Tankverschluß auf Sauberkeit	0	0	0	0
	Außenflügelanschluß-Bolzen und Holmbeschläge auf Festsitz			0	0
11	Rumpf- und Leitwerksträger				
	Kabinenhaube auf Sauberkeit, Risse und Sprünge	0	0	0	0
	Türlagerungen, Verriegelung auf Gängigkeit und Spiel				
	Sicherungsschlaufen auf Zustand, Türdämpfer auf Dichtigkeit		0	0	0
	Bei eingebauter elektrischer Türwarneinrichtung: Bei entriegelter Tür und eingeschalteter Zündung muß die Warneinrichtung aktiviert sein (Licht und Ton)				
12	Cockpit auf Sauberkeit	0	0	0	0
	Befestigung der Sitze, Gurte und Verkleidungen			0	0
	Instrumentenbrett und Aufhängung:				
	Verkabelung				
	Instrumente		0	0	0
13	Bleibt frei				

TM-HB-23/02/86

 Wartungshandbuch HB-23/2400		Det. Juni 97 Name		Blatt 34	
		CHECKLISTE			
Pkt.	Zu kontrollierende Teile	erste			
		25	50	100	500
14	Triebwerkseinbau				
	Treibstoffsystem auf Dichtheit	0	0	0	0
	Alle mechanischen und elektrischen Anschlüsse am Motor auf richtigen Sitz	0	0	0	0
	Betätigungskontrolle	0	0	0	0
	Batterie überprüfen (Säurestand, Kabelanschlüsse)	0	0	0	0
	Lager bei unterer Riemenscheibe abschmieren	0	0	0	0
	Propellerwelle an allen 3 Stellen abschmieren			0	0
	Riemen auf Zustand kontrollieren				
	Bei deutlich sichtbarem Verschleiß wechseln	0	0	0	0
	Riemenspannung prüfen (beide Riemen) (bei 17 daN Riemendruck 11 mm Durchbiegung)	0	0	0	0
	Propellerflanschschrauben Drehmoment kontrollieren (1,5 - 1,7 daNm)		0	0	0
Triebwerk siehe Motorhandbuch und WHB Seite 20 - 24					
15	Leitwerksträger				
	Anschlußbolzen und Anschlußbeschlüge auf Festsitz, Korrosion und Beschädigungen aller Art.		0	0	0
	Spannlitzenspannung		0	0	0
	Spannlitzen, deren Anschluß und Sicherung (Rumpf und flügelseitig)		0	0	0
16	Spannseilanschlußbügel hinten: optische Kontrolle auf Risse		0	0	0
	Leitwerk				
	Beschädigung der Flossen und Ruder, Bespannung und Lackierung	0	0	0	0
	Festsitz der Beschlüge			0	0
	Festsitz der 4 Hauptbefestigungsschrauben der Höhenflossenaufhängung am Leitwerksträger - Drehmoment kontrollieren (2 daNm)	0	0	0	0
17	Sicherung der Höhenflossenaufhängung vorne	0	0	0	0
	Sicherung des Seitenruders	0	0	0	0
	Schmierplan Blatt 48 enthält alle Angaben über zeitgerechte Schmierung				

TM-HB-23/24/93 R1
 TM-HB-23/02/86

 Wartungshandbuch HB-23/2400		Dat. Jan 86/92		Blatt 35	
		Name		35	
CHECKLISTE					
Pkt.	Zu kontrollierende Teile	erste			
		25	50	100	500
18	<u>Bedienungsprüfung</u> Motorprüflauf nach Prüflaufprotokoll (Werksprotokoll) Ein Co-Test ist alle 200 Betriebsstunden durchzuführen.		0	0	0
19	<u>Allgemeines</u> Alle Herstelleranweisungen und LTA's beachten Kontrolle im Luftfahrzeug-Bordbuch eingetragen Wartungsbericht erstellt Beanstandungen im Befundbericht behoben Formblatt "Technische Empfehlungen" erstellt Abnahmeflug durchgeführt	0	0	0	0
		TM-HB-23/02/86			

Anhang C

Stellungnahmeverfahren (Konsultation) gemäß Art. 16 (4) Verordnung (EU) Nr. 996/2010:

Gemäß Art. 16 (4) Verordnung (EU) Nr. 996/2010 hat die Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes (SUB) vor Veröffentlichung des Abschlussberichts Bemerkungen der betroffenen Behörden, einschließlich der Europäischen Agentur für Flugsicherheit (EASA), und – über diese Behörden – des betroffenen Inhabers der Musterzulassung, des Herstellers und des betroffenen Betreibers (Halter) eingeholt.

Bei der Einholung solcher Bemerkungen hat die SUB die internationalen Richtlinien und Empfehlungen für die Untersuchung von Flugunfällen und Störungen, die gemäß Artikel 37 des Abkommen von Chicago über die internationale Zivilluftfahrt angenommen wurden, eingehalten.

Die fristgerecht eingelangten Stellungnahmen wurden, wo diese zutreffend waren, im Untersuchungsbericht berücksichtigt bzw. eingearbeitet.

- Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (als Oberste Zivilluftfahrtbehörde für den Eintragungs-, Betreiber-, Entwurfs- und Herstellungsstaat)

Stellungnahme eingegangen.

Bemerkungen im endgültigen Untersuchungsbericht berücksichtigt bzw. eingearbeitet.

- Luftfahrtagentur innerhalb der Austro Control GmbH (für die betroffene nationale Zivilluftfahrtbehörde sowie die Such- und Rettungszentrale)

Stellungnahme eingegangen (Leermeldung).

- Europäische Agentur für Flugsicherheit (EASA)

Stellungnahme eingegangen.

Bemerkungen im endgültigen Untersuchungsbericht berücksichtigt bzw. eingearbeitet.

Anhang D

Stellungnahmeverfahren gemäß § 14 Abs. 1 erster und zweiter Satz UUG 2005 idgF iVm § 21 Abs. 2 UUG 2005 idgF:

Gemäß § 14 Abs. 1 UUG 2005 idgF hat die SUB vor Abschluss des Untersuchungsberichts dem Inhaber der Musterzulassung (für den Hersteller), dem Halter und Eigentümer, dem verantwortlichen Piloten des Luftfahrzeugs sowie den beteiligten Rettungsdienste Gelegenheit gegeben, sich zu den für den untersuchten Vorfall maßgeblichen Tatsachen und Schlussfolgerungen schriftlich zu äußern.

Die fristgerecht eingelangten Stellungnahmen wurden, wo diese zutreffend waren, im Untersuchungsbericht berücksichtigt bzw. eingearbeitet.

- HB-Flugtechnik GmbH, Österreich (Inhaber der Musterzulassung HB 23/2400, für den Hersteller)

Stellungnahme eingegangen.

Bemerkungen im endgültigen Untersuchungsbericht berücksichtigt bzw. eingearbeitet.

- Halter (Betreiber) und Eigentümer des Motorseglers

Keine Stellungnahme.

- Verantwortlicher Pilot des Motorseglers.

Keine Stellungnahme.

- Zivilflugplatzhalter LOLH – Hofkirchen (beteiligter Rettungsdienst)

Keine Stellungnahme.

- Freiwillige Feuerwehr Hofkirchen (beteiligter Rettungsdienst)

Keine Stellungnahme.