

Untersuchungsbericht

Identifikation

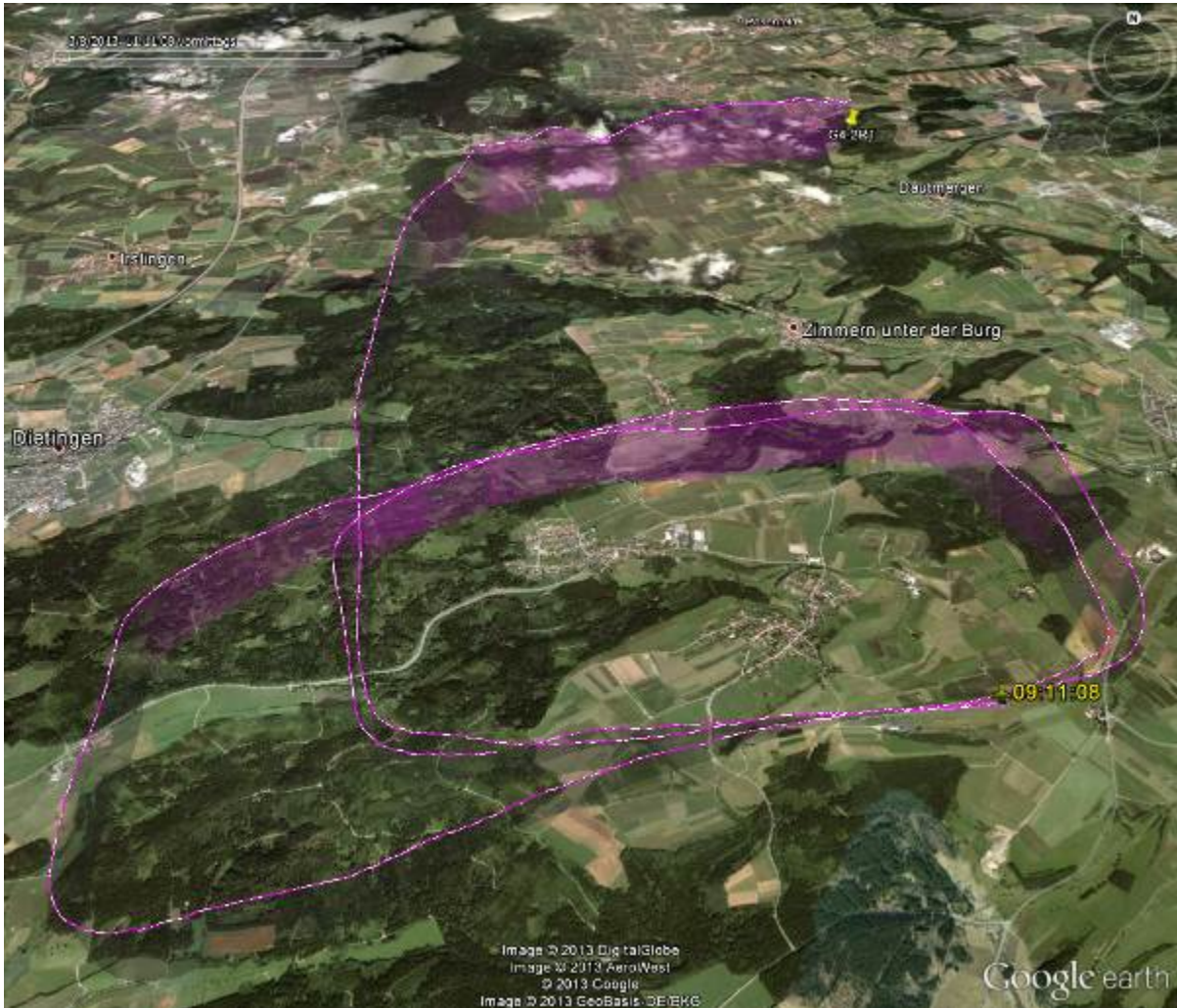
Art des Ereignisses:	Unfall
Datum:	8. März 2013
Ort:	nahe Leidringen
Luftfahrzeug:	Tragschrauber
Hersteller / Muster:	Trixy-Aviation GmbH/G 4-2 RT
Personenschaden:	Pilot tödlich verletzt
Sachschaden:	Luftsportgerät zerstört
Drittschaden:	Flurschaden
Informationsquelle:	Untersuchung durch Beauftragte der BFU
Aktenzeichen:	BFU 3X007-13

Sachverhalt

Ereignisse und Flugverlauf

Am Unfalltag plante der Pilot seinen ersten Rundflug im Jahr 2013 vom Flugplatz Rottweil-Zepfenhan (EDSZ) mit seinem Ende 2012 erworbenen neuen Tragschrauber.

Nach Angaben des Flugleiters startete der Pilot um ca. 10:11 Uhr¹ zu einer Platzrunde und landete um ca. 10:25 Uhr mit sofortigem Wiederstart. Danach habe der Pilot sich aus der Platzrunde abgemeldet. Weiterer Funksprechkontakt habe nicht bestanden.



An Bord des Tragschraubers aufgezeichneter Flugweg

Quelle: Google Earth™/BFU

Die Flugwegaufzeichnung zeigte zwei geflogene Platzrunden nach dem Start vor dem Verlassen des Flugplatzbereichs nach Norden.

Zeugen sahen den Tragschrauber gegen 10:31 Uhr zwischen den Ortschaften Leidringen und Dautmergen über ein Waldgebiet fliegen. Angaben über die Flughöhe konnten sie nicht machen. Zuerst hörten sie ungewöhnliche Motorgeräusche, die

¹ Alle angegebenen Zeiten, soweit nicht anders bezeichnet, entsprechen Ortszeit.

dann verstummen. Zwei Zeugen beschrieben schlingernde Bewegungen nach links und rechts und folgend ein Abtauchen kopfüber nach vorne. Eine Zeugin sah den Tragschrauber mit stehendem Rotor sich mehrfach um die Längsachse drehen. Der Rotor sei mal oben und mal unten gewesen und habe dabei stillgestanden. Als der Tragschrauber außer Sicht war, beobachteten Zeugen, wie Teile vom Himmel herunterfielen.

Der Tragschrauber wurde nach Alarmierung von einer Rettungshubschrauber-Besatzung zerstört im Wald lokalisiert. Der Pilot wurde bei dem Unfall tödlich verletzt.



Tragschrauberwrack im Wald

Foto: BFU

Angaben zu Personen

Der 51-jährige Pilot war im Besitz eines Luftfahrerscheins für Luftsportgeräteführer, erstmalig am 06.08.2012 durch den Deutschen Ultraleichtflugverband e.V. (DULV) ausgestellt. Die Lizenz war bis 06.08.2017 gültig und beinhaltete die Berechtigung für Tragschrauber. Der Pilot verfügte über ein Flugtauglichkeitszeugnis Klasse 2 mit Auflagen (VML), gültig bis 21.07.2013.

Seine Gesamtflugerfahrung betrug ca. 82 Stunden, von denen ca. zehn Stunden auf dem betroffenen Muster und alle weiteren mit dem offenen Ausbildungstragschrau-

ber, Muster AutoGyro MTOsport, geflogen wurden. Mit dem Ausbildungstragschrauber wurden ca. 500 Landungen und auf dem betroffenen Muster ca. zehn Landungen durchgeführt.

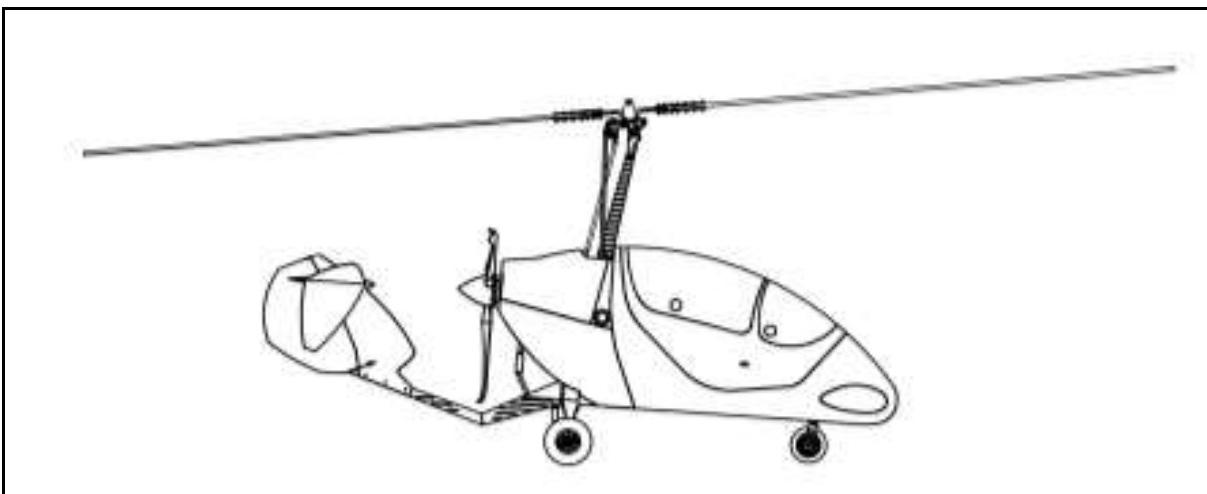
Nach Angaben seiner Fluglehrerin für die Mustereinweisung habe der Pilot am 08.08.2012 gemeinsam mit ihr einen baugleichen Tragschrauber aus Slowenien nach Mannheim überführt, mit Landungen in Mariazell (Österreich) und Landshut. Im Anschluss seien auch noch Platzrunden in Mannheim durchgeführt worden.

Am 09.11.2012 erfolgten in Mannheim noch eine Einweisung und ein Platzrunden-training mit seinem eigenen neu ausgelieferten Tragschrauber. Aufgrund des ungeeigneten Flugwetters am 09.11.2012 habe der Pilot dann erst am 24.11.2012 nach einem erneuten Einweisungsflug seinen Tragschrauber abgeholt und selbst nach Rottweil-Zepfenhan überführt. Am Folgetag hatte der Pilot beim ersten Startlauf in Rottweil-Zepfenhan einen Unfall, bei dem der Tragschrauber beschädigt wurde.

Der Pilot hatte am 12./13.11.2012 einen Flugmotorenwartungskurs für die „Rotax 912 Serie“ besucht.

Angaben zum Luftfahrzeug

Das Tragschraubermuster G 2-4 R/RT des Herstellers Trixy Aviation GmbH wurde Anfang 2012 vom Deutschen Aero Club e.V. (DAeC) nach der „Bauvorschrift für Ultraleichte Tragschrauber“ (BUT 2001) musterzugelassen. Hierbei handelt es sich um einen Tragschrauber in Tandem-Sitzanordnung mit geschlossener Kabine. Die hintere größere Verglasung kann optional zum Entfernen ausgerüstet werden. Der Tragschrauber kann dann auch offen betrieben werden.



Seitenansicht

Quelle: Auszug Flugbetriebshandbuch

Die Steuerung des Rotorkopfes erfolgt über Gestänge, die erst unter den Sitzen bis zu einer Umlenk- bzw. Mischgabel und dann rechts und links entlang des Rotormastes zum Rotorkopf verlaufen. Die elektrische Trimmung der Nicksteuerung erfolgt über einen Elektromotor und eine Federspanneinrichtung unterhalb des Passagiersitzes. Ein Abbremsen des Rotors ist am Boden möglich, indem man den Steuerknüppel ganz nach vorne drückt und dabei die rotierende Zahnradscheibe am Rotorkopf auf den Bremssattel drückt.

Der betroffene Tragschrauber G 2-4 RT, Baujahr 2012 hatte die Werknummer 016-12. Er war mit einem Triebwerk Rotax 914 UL und einem Neuform CL3-V-70-(IP)-R2 Verstellpropeller ausgestattet. Die Leermasse betrug ca. 302 kg bei einer maximal zulässigen Abflugmasse von 450 kg. Zum Unfallzeitpunkt belief sich die Gesamtmasse auf ca. 420 kg. Die Gesamtflugzeit des Tragschraubers betrug zum Unfallzeitpunkt ca. fünf Stunden. Jegliche Eintragungen im Bordbuch fehlten. Ein Betriebszeitennachweis über die Testflüge im Werk nach der Produktion wurde vom Hersteller der BFU vorgelegt. Die Auslesung der Turbo Control Unit (TCU) des Triebwerks und des digitalen Hauptanzeigergerätes im Cockpit ergaben ca. zwölf Triebwerksbetriebsstunden.

Der ausgestellte Eintragungsschein, das Lufttüchtigkeitszeugnis und das Lärmzeugnis, jeweils vom 15.10.2012 beinhalteten als Antrieb ein Triebwerk Rotax 912 ULS. Über die Umrüstung auf das Triebwerk Rotax 914 UL und den Verstellpropeller lag ein Nachprüfschein nach einer großen Änderung vom 02.11.2012 mit neu erstelltem Wägebericht vor.

Am 25.11.2012 wurde der Tragschrauber beim Startlauf beschädigt und anschließend repariert. Nach Angaben des Herstellers, eines ehemaligen Fluglehrers und eines Textauszuges aus einer E-Mail des verunfallten Piloten sei der Unfall auf eine Verwechslung von Anzeigeinstrumenten beim Vorrätieren des Rotors zurückzuführen gewesen. Beim Startlauf mit zu geringer Rotordrehzahl sei es dann zu einem „Blade-Flapping“ gekommen, bei dem das Leitwerk gekappt und der Rotor leicht beschädigt worden sei. Laut dem der BFU vorliegenden Arbeitsbericht (Work Order WO LF 17-12) und der Rechnung des Piloten wurden Rotor, Rotorkopf sowie die Anlenkungen bzw. die Steuerung des Rotors ohne Befund überprüft. Das Leitwerk wurde getauscht. Für die Reparatur waren 20 Arbeitsstunden nötig. Im Anschluss sei ein Probeflug durchgeführt worden und danach sei der Pilot mit zwei Platzrundenflügen unter Aufsicht erneut eingewiesen worden.

Meteorologische Informationen

Die Flugwettervorhersage für die allgemeine Luftfahrt (GAFOR) beschrieb die Wetersituation in dem durchflogenen Bereich 62 mit OSCAR, d.h. Bodensicht mindestens 8 km und/oder Wolkenuntergrenze über 2 000 ft AGL.

Laut Zeugen betrug die Sicht mehr als 10 km und es war schwach windig. Die Temperatur betrug ca. 3 °C und der Taupunkt lag bei ca. 1 °C. Der Luftdruck (QNH) betrug ca. 999 hPa.

Funkverkehr

Der Funkverkehr zwischen dem Tragschrauber und dem Flugleiter wurde nicht aufgezeichnet.

Angaben zum Flugplatz

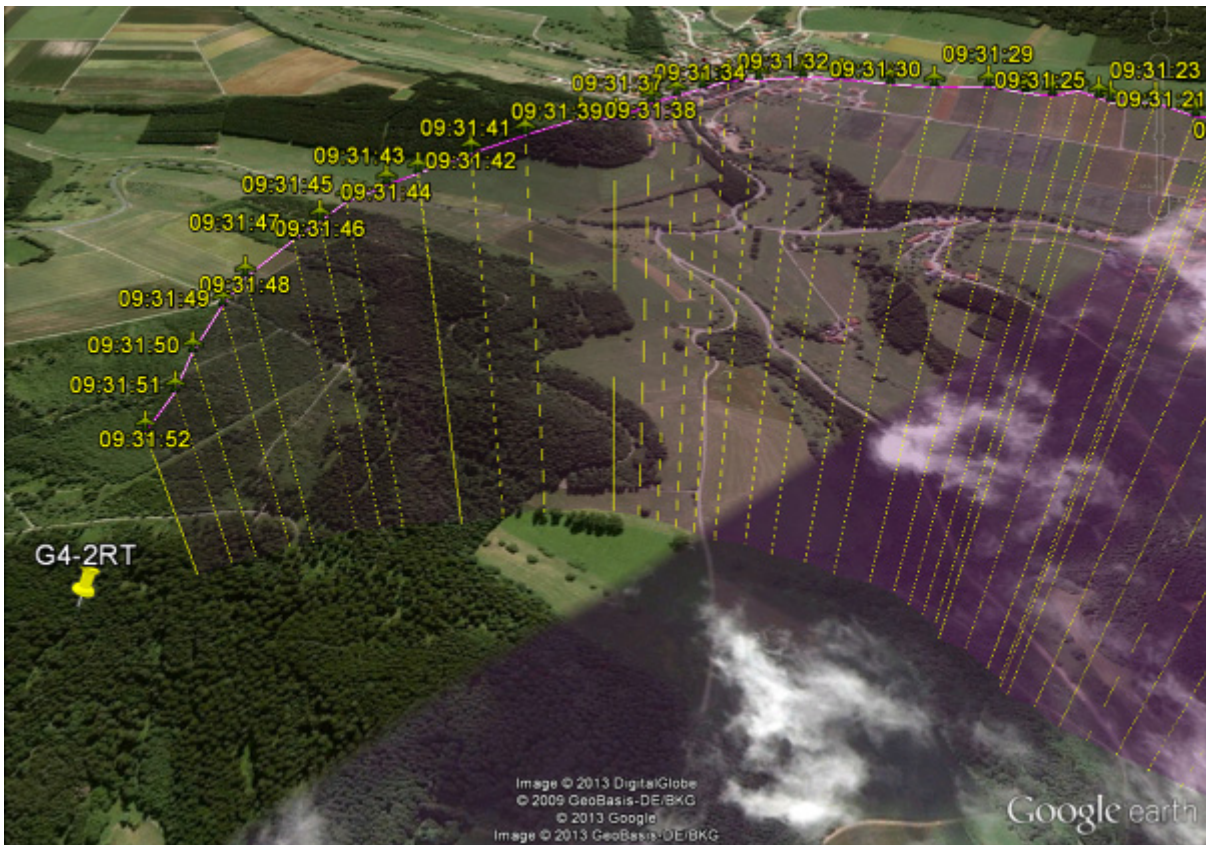
Der Sonderlandeplatz Rottweil-Zepfenhan (EDSZ) verfügt über eine 803 m lange Asphaltpiste mit der Ausrichtung 08/26. Die Flugplatzhöhe beträgt 2 444 ft AMSL.

Flugdatenaufzeichnung

Der Tragschrauber war nicht mit einem Flight Data Recorder (FDR) oder Cockpit Voice Recorder (CVR) ausgestattet. Diese Aufzeichnungsgeräte waren nicht vorgeschrieben.

Der Tragschrauber verfügte über ein digitales Hauptanzeigegerät Nesis G42R für Flug- und Triebwerksdaten des Herstellers Kanardia. Dieses Gerät speicherte im Sekunden-Rhythmus vielfältige Parameter. Neben den GPS-Koordinaten wurden Beschleunigungswerte um alle drei Achsen, Luftdruck, Temperatur und Triebwerksdaten aufgezeichnet. Die aufgezeichnete Rotordrehzahl war zu allen Messzeitpunkten konstant, auch am Boden ohne Vorwärtsgeschwindigkeit und ohne dass das Triebwerk lief. In dem Gerät waren alle Betriebszeiten und Flugparameter seit Bau des Tragschraubers aufgezeichnet: Technikflüge vor der Auslieferung, die Einweisungsflüge am 09.11.2012, die Überführung am 24.11.2012, der Startunfall am 25.11.2012 und Platzrundenflüge am 05.12.2012.

Zeit		Position		Geschwindigkeit		Flughöhe		Fluglage		Beschleunigungen			Triebwerksdaten											
Date	Time	Lat	Lon	GPS GS	IAS	GS#R	Static	QNH	Roll	Pitch	Yaw	Accx	Accy	Accz	Eng RPM	Rot RPM	Eng Time	Voltage	Ampl	Manif.	Oil P.	Fuel P.	Fuel Q.	Fuel Flow
08.03.13	09:31:43	48.2492	14.6353	32.6275	122C	060	87	10.0802	0	65.5471	0.393731	1.2748	-0.26293	4824.0C	401.569	11.5789	14.0543	2.5	0.32	4.2C	1.163	33.5	14.25	
08.03.13	09:31:47	48.2493	14.6353	32.1255	122E	060	87	10.0802	0	61.4118	0.787432	0.353701	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5792	14.0543	-1.75	0.312	4.52	1.169	33.5	14.25	
08.03.13	09:31:51	48.2493	14.6354	31.1416	122E	061	707	10.0802	0	5.21176	0.324701	0.324701	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5794	14.0543	3.79	0.32	4.18	1.152	31	14.25	
08.03.13	09:31:55	48.2495	14.6355	30.6156	122E	061	407	10.0802	0	1.82353	0.324701	0.324701	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5797	14.0543	3.25	0.32	4.2	1.135	31	14.25	
08.03.13	09:31:59	48.2497	14.6357	29.6157	122E	061	407	10.0802	0	7.76471	0.324701	0.324701	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5800	14.0543	4.5	0.32	4.4	1.135	31	14.25	
08.03.13	09:32:03	48.2493	14.6353	29.1157	122E	060	87	10.0802	0	7.75471	0.324701	0.324701	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5803	14.0543	4.5	0.32	4.48	1.135	31	14.25	
08.03.13	09:32:07	48.2493	14.6353	28.6118	122E	060	87	10.0802	0	15.5294	0.324701	0.324701	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5806	14.0543	2.5	0.32	4.56	1.135	31.5	14.25	
08.03.13	09:32:11	48.25	14.6354	27.6078	124C	060	87	10.0802	0	10.5982	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5808	14.0543	4.75	0.32	4.52	1.135	33	14.25	
08.03.13	09:32:15	48.2501	14.6359	26.6039	124C	060	87	10.0802	0	16.2353	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5811	14.0543	2.25	0.32	4.48	1.12	31	14.25	
08.03.13	09:32:19	48.2502	14.6359	25.6	124C	060	87	10.0802	0	10.0588	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5814	14.0543	3	0.32	4.18	1.135	31	14.25	
08.03.13	09:32:23	48.2502	14.6359	24.5987	124C	060	87	10.0802	0	19.0588	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5817	14.0543	5	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:32:27	48.2502	14.6359	23.5987	124C	060	87	10.0802	0	16.947	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5820	14.0543	4.75	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:32:31	48.2502	14.6359	22.5987	124C	060	87	10.0802	0	14.8353	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5823	14.0543	4.5	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:32:35	48.2502	14.6359	21.5987	124C	061	407	10.0802	0	12.7236	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5826	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:32:39	48.2502	14.6359	20.5987	124C	061	407	10.0802	0	10.6119	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5829	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:32:43	48.2502	14.6359	19.5987	124C	061	407	10.0802	0	8.5002	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5832	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:32:47	48.2502	14.6359	18.5987	124C	061	407	10.0802	0	6.3885	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5835	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:32:51	48.2502	14.6359	17.5987	124C	061	407	10.0802	0	4.2768	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5838	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:32:55	48.2502	14.6359	16.5987	124C	061	407	10.0802	0	2.1651	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5841	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:32:59	48.2502	14.6359	15.5987	124C	061	407	10.0802	0	0.0534	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5844	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:33:03	48.2502	14.6359	14.5987	124C	061	407	10.0802	0	-1.0581	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5847	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:33:07	48.2502	14.6359	13.5987	124C	061	407	10.0802	0	-2.1618	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5850	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:33:11	48.2502	14.6359	12.5987	124C	061	407	10.0802	0	-3.2655	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5853	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:33:15	48.2502	14.6359	11.5987	124C	061	407	10.0802	0	-4.3692	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5856	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:33:19	48.2502	14.6359	10.5987	124C	061	407	10.0802	0	-5.4729	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5859	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:33:23	48.2502	14.6359	9.5987	124C	061	407	10.0802	0	-6.5766	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5862	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:33:27	48.2502	14.6359	8.5987	124C	061	407	10.0802	0	-7.6803	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5865	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:33:31	48.2502	14.6359	7.5987	124C	061	407	10.0802	0	-8.7840	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5868	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:33:35	48.2502	14.6359	6.5987	124C	061	407	10.0802	0	-9.8877	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5871	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:33:39	48.2502	14.6359	5.5987	124C	061	407	10.0802	0	-10.9914	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5874	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:33:43	48.2502	14.6359	4.5987	124C	061	407	10.0802	0	-12.0951	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5877	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:33:47	48.2502	14.6359	3.5987	124C	061	407	10.0802	0	-13.1988	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5880	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:33:51	48.2502	14.6359	2.5987	124C	061	407	10.0802	0	-14.3025	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5883	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:33:55	48.2502	14.6359	1.5987	124C	061	407	10.0802	0	-15.4062	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5886	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:33:59	48.2502	14.6359	0.5987	124C	061	407	10.0802	0	-16.5099	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5889	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:34:03	48.2502	14.6359	-0.4013	124C	061	407	10.0802	0	-17.6136	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5892	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:34:07	48.2502	14.6359	-1.4049	124C	061	407	10.0802	0	-18.7173	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5895	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:34:11	48.2502	14.6359	-2.4085	124C	061	407	10.0802	0	-19.8210	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5898	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:34:15	48.2502	14.6359	-3.4121	124C	061	407	10.0802	0	-20.9247	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5901	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:34:19	48.2502	14.6359	-4.4157	124C	061	407	10.0802	0	-22.0284	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5904	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:34:23	48.2502	14.6359	-5.4193	124C	061	407	10.0802	0	-23.1320	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5907	14.0543	3	0.32	4.48	1.12	31.5	14.25	
08.03.13	09:34:27	48.2502	14.6359	-6.4229	124C	061	407	10.0802	0	-24.2357	0.787432	0.787432	-0.23362	4824.0C	401.569	11.5910	14.0543	3	0.32	4.48	1.12			



Flugwegaufzeichnung bis zum Unfall

Quelle: Google Earth™/BFU

Das Triebwerk verfügte über eine Turbo Control Unit (TCU), diese speichert während des Betriebs ca. minütlich mehrere Parameter und ggf. Limit-Überschreitungen. Die TCU konnte ausgelesen werden. Die Daten wurden vom Hersteller als unauffällig beurteilt.

Unfallstelle und Feststellungen am Luftfahrzeug

Die Unfallstelle lag ca. vier nautische Meilen (NM) nördlich des Startflugplatzes Rottweil-Zepfenhan zwischen den Ortschaften Leidringen und Dautmergen in einem Waldstück. Die Bodenhöhe betrug ca. 2 200 ft AMSL.

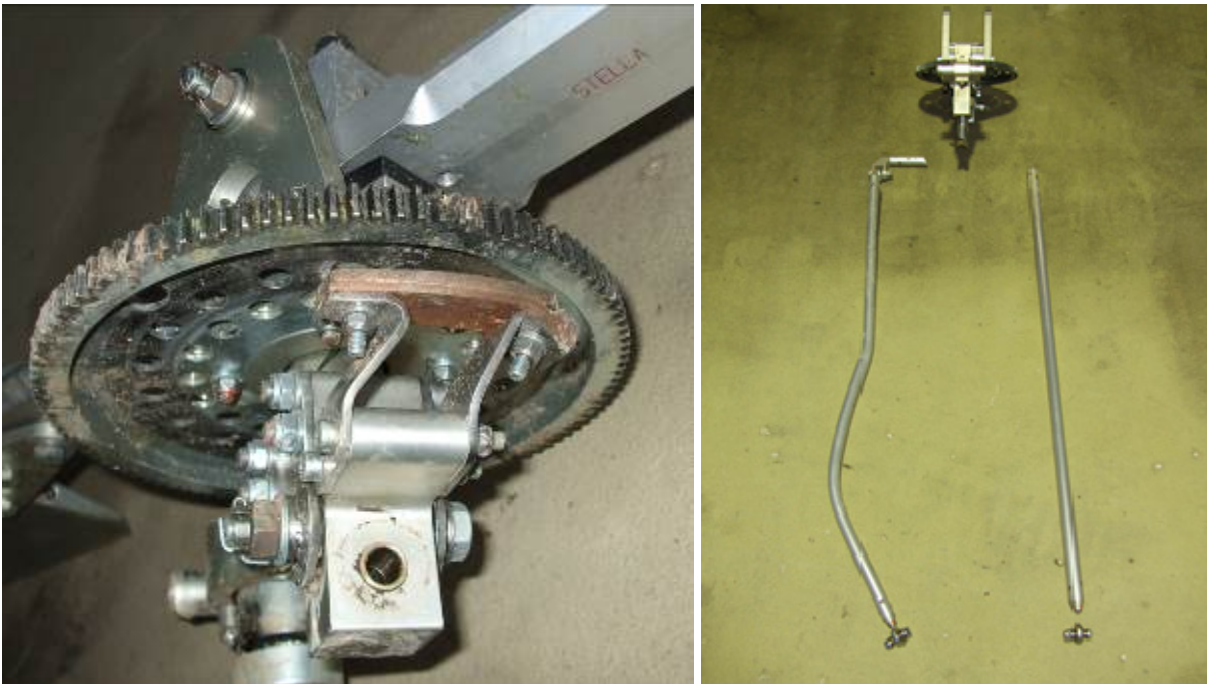


Übersicht Tragschrauberwrack mit Rotorverformung

Foto: BFU

Der Tragschrauber lag nach links geneigt auf dem Waldboden. Der Pilot war nach vorne vom Sitz gerutscht und lag auf dem Rücken im Cockpit mit den Armen zwischen den Becken- und Schultergurten. Das zentrale Gurtschloss war geöffnet. Der Gurt auf dem hinteren Sitzplatz war geschlossen.

Der Rotor lag über dem Wrack. Er war auf der einen Seite U-förmig nach oben verbogen, auf der anderen Seite hatte er sich wellig über das Wrack gelegt. An der Nasenleiste der Rotorblätter fanden sich keine Einschlagmarken. Auch waren im Bereich der Unfallstelle keine Schlagmarken an Bäumen. Auf der Unterseite bzw. im Nasenleistenbereich wiesen beide Rotorblätter zirka auf halber Blattlänge Lackausbesserungen auf. Der Rotorkopf war mit dem Rotormast verbunden, das Kopflager war freigängig. Es zeigte keine Temperaturverfärbungen. Die Bremse am Rotorkopf war in Rotationsrichtung des Rotors verbogen. Die Steuerstangenanlenkungen am Rotorkopf waren abgebrochen. Die in Flugrichtung gesehen rechte obere, zum Rotorkopf gehende Steuerstange steckte ca. 10 m vom Wrack entfernt senkrecht im Boden. Diese Steuerstange war an den Stellgewinden der Kugelköpfe abgebrochen. Das Aluminiumrohr selbst war nicht verbogen. Alle weiteren Steuerstangen waren verformt und teilweise gebrochen.



Verformte Rotorbremse und abgebrochene Anlenkungen und Steuerstangen

Fotos: BFU

Das Seitenruder war noch mit den Steuerpedalen verbunden. Der Rotormast und das Rumpfgerüst waren mehrfach geknickt und verbogen. Zwei der drei Propellerblätter waren unbeschädigt, das dritte abgeknickt. Die beiden Kraftstoffbehälter waren gefüllt. Vor Ort wurden durch die Feuerwehr ca. 37 Liter Kraftstoff aufgefangen. In Flugrichtung gesehen war der linke Vergaser mit Kraftstoff gefüllt, der rechte Vergaser war trocken. Alle Steckerverbindungen und Kabel zur TCU waren intakt. Die Batterie wies eine Spannung von 13,47 Volt auf.

Die linke Hälfte der Kabinenhaube lag in Teilen zerstört unter dem Wrack. Das vordere Haubenscharnier zwischen Rumpfseitenwand und Haubenrahmen war intakt, das hintere gebrochen, aber vollständig vorhanden.

Ca. 75 m südwestlich der Unfallstelle wurden ein großes Stück der Kabinenverglasung und ca. 200 m entfernt der halbe Kabinenhaubenrahmen gefunden. An der Verglasung befanden sich noch die aus dem Haubenrahmen herausgebrochenen Befestigungsmuttern.



Von der Unfallstelle 75 m bzw. 200 m entfernt gefundene Haubenstücke

Fotos: BFU

Der Kabinehaubenrahmen mit der Verriegelungsmechanik und den rumpfseitigen Gegenstücken zur Verriegelung wurde untersucht. Hierbei wurde festgestellt, dass der vordere Verriegelungsklotz mitsamt der Rumpfwand aus dem Rumpf gerissen worden war. Das herausgerissene Stück befand sich an der Fundstelle des Kabinehaubenrahmens im verriegelten Zustand an der vorderen Verriegelungsstange. Die mittlere und die nach hinten gerichtete Verriegelungsstangen hatten am rumpfseitigen Kabinehaubenrahmen Abdrücke bzw. Kratzer außerhalb der korrekt verriegelten Position hinterlassen. Zusätzlich war die nach hinten gerichtete Verriegelungsstange verbogen und damit im Eingriff zum Verriegelungsklotz verkürzt.



Zusammenfassung der Befunde zur Haubenverriegelung

Foto: BFU

Medizinische und pathologische Angaben

Die Obduktion des Piloten ergab als Todesursache ein Polytrauma. Eventuelle Prellmarken, verursacht durch einen Anschnallgurt, wurden nicht festgestellt. Es ergaben sich keine Hinweise auf eine gesundheitliche Beeinträchtigung, die zu dem Unfall hätten führen können.

Brand

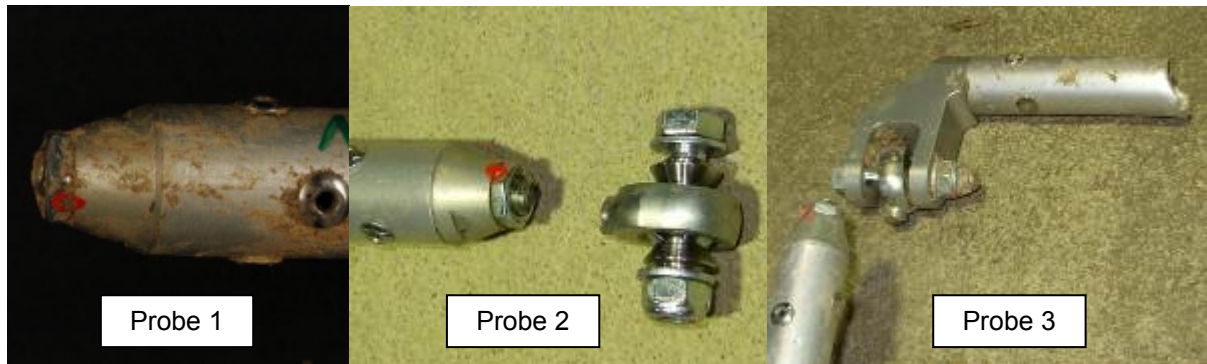
Es entstand kein Brand.

Überlebensaspekte

Die auftretenden Kräfte in der nahezu senkrechten Flugbahn beim Absturz waren nicht überlebbar. Weder die Rumpf- bzw. Kabinenstruktur noch die vordere Rahmenkonstruktion blieben intakt.

Versuche und Forschungsergebnisse

Zur Bestimmung der Bruchursache der Gewindestangen dreier Kugelköpfe (Proben 1-3) an den Steuerstangen zum Rotorkopf hatte die BFU beim Institut für Füge- und Schweißtechnik an der Technischen Universität (TU) Braunschweig eine Untersuchung in Auftrag gegeben.



An der Gewindestange gebrochene Kugelköpfe (Proben 1-3)

Fotos(3): TU BS/ BFU

Hierbei wurde festgestellt, dass es sich bei zwei Kugelköpfen (Probe 1 und 3) eindeutig um Gewaltbrüche mit duktilen und spröden Bruchanteilen handelte. Bei dem dritten Bruch (Probe 2) wurden neben duktilen Bruchanteilen weniger Sprödbbruchanteile und Anzeichen eines Schwingbruchs in Form von Schwingstreifen festgestellt. Hier sei laut Untersuchungsbericht von einer Vorschädigung auszugehen. Weiterhin wurde festgestellt, dass die Kugelköpfe sich jeweils im Grundgefüge, d. h. in Korngröße und Gefügeausbildung sowie Härte, unterschieden, obwohl es sich laut Datenblatt und Kennzeichnung um dieselben Kugelköpfe handelte.

Der Hersteller der Kugelköpfe wurde von der BFU über die Untersuchungsergebnisse informiert. Er sah keine Anzeichen für eine mangelhafte Produktausführungsqualität. Laut der Stellungnahme des Herstellers erfolge die Entwicklung und Herstellung der Kugelköpfe nach den Qualitätsrichtlinien der ISO/TS 16949:2009. Die festgestellten Unterschiede in der Zusammensetzung und Ausprägung des Gefüges seien als für den Herstellungszustand üblich zu bewerten und bei einem anderen Messverfahren (HV10 anstelle HV1) nicht so ausgeprägt. Der Hersteller bewertete alle drei Brüche als duktile Gewaltbrüche. Aufgrund der Größe der Gewaltbruchfläche bei Probe 2 sei auch dieser Bruch mit großer Wahrscheinlichkeit beim Absturz entstanden und nicht bereits zuvor als Restbruch eines Schwingbruches.

Um über die gesamte Betriebszeit des Tragschraubers zu gewährleisten, dass es nicht zu einem Schwingbruch bzw. Versagen der Steuerung aufgrund eines gebro-

chenen Kugelkopfes kommt, empfiehlt der Hersteller der Kugelköpfe in seiner Stellungnahme zu den Untersuchungsergebnissen der TU Braunschweig:

- *Erfassung der im Flugbetrieb auftretenden tatsächlichen Belastungen inkl. der außergewöhnlichen Belastungen, z. B. Querbelastungen*
- *ggf. Simulation mit Methoden der Finiten Elemente*
- *ggf. experimentelle Ermittlung der Schwingfestigkeit des Steuerstabes einschließlich der Gelenkköpfe*
- *Risikoabschätzung mithilfe einer Konstruktions-FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) für den gesamten Steuermechanismus*
- *Grundsätzlich: Durchführung geeigneter Verifizierungs- und Validierungsmaßnahmen*

Mit verifizierten Lastannahmen unter Beachtung der Berechnungsbeispiele zur Bestimmung der Lagergröße, auf Grundlage der technischen Dokumentation (SKF Publikation 06116/1 DE), könnten dann ausreichend dimensionierte Kugelköpfe bestimmt werden.

Organisationen und deren Verfahren

Halter des Tragschraubers war ein vom Piloten am 26.04.2012 neu gegründetes Rundflugunternehmen. Das Unternehmen wollte Rundflüge mit Tragschraubern anbieten und laut Kooperationsvertrag vom 18.08.2012 die Organisation des Vertriebs von Tragschraubern und Zubehör des betroffenen Tragschrauberherstellers durchführen.

Luftrechtliche Vorgaben zur Dokumentation

Entsprechend der Prüfer-Anweisung für UL (PAUL, Ausgabe Januar 2008) des DAeC sind Betriebszeiten zu dokumentieren (Pkt. 11 Erläuterungen):

Schreibt der Hersteller des UL für einzelne Komponenten (z. B. Verstellpropeller) eine maximale Betriebsdauer im Handbuch vor, so sind die Betriebszeiten dieser Komponenten vom Halter des UL gemäß Herstellervorgabe zu dokumentieren.

Für die Durchführung einer Stückprüfung müssen unter anderem die zugehörigen Nachweise und Unterlagen kontrolliert werden: [...] *ggf. Betriebszeitenübersicht nach Herstellervorgabe (z. B. Motor, Rettungssystem etc.)* [...].

Im Falle des betroffenen Tragschraubermusters müssen Wartungsmaßnahmen am Tragschrauber und am Triebwerk nach entsprechender Betriebszeit durchgeführt

werden. Zusätzlich bestehen für vielerlei Komponenten empfohlene Überholungs- bzw. Austauschfristen.

Zusätzliche Informationen

Im Rahmen der Untersuchung berichtete ein anderer Betreiber dieses Tragschraubermusters der Polizei und der BFU über ungewollte Kabinenhaubenöffnungen im Flug, von verbogenen Gewindestangen in der Steuerung und von einer Steuerungsunterbrechung (Bruch einer Kugelkopfgewindestange) am Boden beim Startlauf. Dieser Tragschrauber war ca. einen Monat vor dem Bruch der Kugelkopfgewindestange bei einem Startlauf aufgrund „Blade-Flapping“ beschädigt worden.

Am 20.04.2013 ereignete sich beim Start auf dem Verkehrslandeplatz Schönhagen (EDAZ) mit einem Tragschrauber G 4-2 R ein Unfall, wahrscheinlich aufgrund zu geringer Rotordrehzahl beim Abheben. Die Schadensbilder des Kabinenhaubenrahmens, der Steuerstangen und der Beschädigungen am Rotorkopf waren nahezu identisch.

Der Hersteller des Tragschraubers informierte die BFU über einen Vorfall am 19.05.2013, bei dem der Pilot vergessen hatte, die Kabinenhaube des Tragschraubers vor dem Start zu verriegeln. Nach dem Abheben schlug die Haube auf. Die Bruchteile der Haube stimmten mit denen des vorliegenden Ereignisses überein. Der Pilot landete nach dem Verlust der Haube - nach Beendigung einer Platzrunde - ohne weitere Probleme.

Am 29.05.2013 ereignete sich ein Unfall mit einem Tragschrauber G 4-2 R in Slowenien. Der Flug einschließlich des Unfalls wurde gefilmt. Eine gekürzte Sequenz der Aufzeichnung lag der BFU zum Vergleich vor. Die Aufnahme zeigte, dass nach Beendigung eines Vollkreises mit großer Schräglage nach rechts ein Gieren (Slippen) um die Hochachse nach links ohne Höhenverlust mit plötzlichem Rollen um die Längsachse nach rechts, bis in Rückenfluglage und folgendem Absturz stattfand. An der Unfallstelle waren die Schäden an der Steuerung und der Kabinenhaube sehr ähnlich.

Beurteilung

Pilot

Der Pilot hatte erst im Vorjahr seine Lizenz zum Führen eines Tragschraubers erworben. Seine Flugerfahrung war insgesamt gering und seine Inübunghaltung seit dem Lizenzerwerb und seine Mustererfahrung äußerst gering. Im Wesentlichen war er Tragschrauber ohne Kabinenhaube geflogen. Der Unfallflug war seit der erneuten kurzen Einweisung mit zwei Platzrunden am 05.12.2012 der erste Flug des Piloten nach einer ca. 4-monatigen Pause.

Tragschrauber

Der Tragschrauber war neuwertig. Die Gesamtbetriebszeit belief sich auf wenige Stunden. Aufzeichnungen des Halters nach der Übernahme des Tragschraubers lagen nicht vor. Hierzu verweist die BFU auf die bestehenden luftrechtlichen Vorgaben zur Dokumentation von Betriebszeiten.

Der Schwerpunkt und die Abflugmasse lagen innerhalb der zulässigen Grenzen. Der Eintragungsschein, das Lufttüchtigkeitszeugnis und das Lärmzeugnis, jeweils vom 15.10.2012, beinhalteten ein anderes Triebwerk als das im Tragschrauber verbaute. Über die Triebwerks- und Propellerumrüstung lag zwar ein Nachprüfschein nach einer großen Änderung vom 02.11.2012 mit neu erstelltem Wägebericht vor, dennoch hätte aus Sicht der BFU eine Änderung des Eintragungsscheines und Lufttüchtigkeitszeugnis beantragt werden müssen.

Wetter

Das Flugwetter war entsprechend den Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) und den Zeugenbeschreibungen gut und hatte mit großer Wahrscheinlichkeit keinen Einfluss auf den Unfallhergang.

Flugverlauf und Flugdatenaufzeichnung

Der Flug wurde in dem bordeigenen Hauptanzeigegerät mit GPS-Empfänger aufgezeichnet. Über die Messgenauigkeit und Qualität der aufgezeichneten Daten, insbesondere der Beschleunigungs- und Fluglagendaten, kann die BFU keine Angaben machen. Die vorliegenden Daten zeigten, dass der Pilot, nachdem er zwei Platzrunden geflogen hatte, den Platzbereich in Richtung Norden verließ. Die Daten zeigten einen sehr konstanten Flugverlauf mit gleichbleibender Geschwindigkeit, Fluglage und Triebwerksdrehzahl. Dann drehte der Pilot in Richtung Osten ab und flog mehre-

re Rechts-/Linkskurven mit Schräglagen um 30°, einmal bis zu 58°. Die Fluggeschwindigkeit und Flughöhe variierte dabei nur gering und die aufgezeichnete Triebwerksdrehzahl blieb nahezu konstant.

Im Anschluss zeigten die Daten bei nahezu gleichbleibender Flugrichtung starke Geschwindigkeitsschwankungen. Im Reiseflug wurde zweimal die Geschwindigkeit stark reduziert, wobei der Tragschrauber bei gleichbleibender Triebwerksleistung die Flughöhe zum Teil stark (mit ca. 10 m/s) verringerte. Dies entsprach einem so genannten Flugzustand „behind the power curve“. Dieser wird in der Regel durch Senken der Rumpfnase und Fahrtaufnahme beendet. Eine ähnliche Aufzeichnung zeigte auch der Flugverlauf am 24.11.2012. Da sowohl die aufgezeichnete GPS-Geschwindigkeit als auch die luftdruckbasierte Geschwindigkeit die Änderungen synchron erfassten, lag aus Sicht der BFU kein „Slippen“ vor, bei dem aufgrund der seitlichen Anströmung des Staurohrs die luftdruckbasierte Anzeige bis auch auf null fallen könnte, jedoch die gleichzeitig ermittelte GPS-basierte Vorwärtsgeschwindigkeit unabhängig von der verfälschten Anströmung ungleich null sein müsste.

Am Ende dieser Flugphase mit reduzierter Geschwindigkeit kippte der Tragschrauber plötzlich ab. Es wurden Rollwerte bis in Rückenfluglage aufgezeichnet und ein massives Abtauchen nach unten. In dieser Phase wurde auch der Ausfall des Triebwerks gespeichert.

Während der Flugmanöver bis zum plötzlichen Abkippen wurden keine negativen oder stark verringerten Lastvielfachen aufgezeichnet. Eine Aussage zur Rotordrehzahl im Flug war nicht möglich, da dauerhaft bei allen Flügen lediglich ein konstanter Wert aufgezeichnet wurde und daher von einem Geber- oder Aufzeichnungsfehler ausgegangen werden muss. Die Rotordrehzahl brach vermutlich aufgrund der fehlenden Durchströmung nach dem Abkippen und den gestörten aerodynamischen Verhältnissen am Rotorblatt zusammen. Die Verformung des Bremssattels zeigte, dass der Rotor auch mechanisch stark abgebremst wurde. Die sichelförmige Verformung der Rotorblätter und die fehlenden Einschlagmarken an der Unfallstelle stützen die Zeugenaussagen, dass der Rotor im Verlauf des Absturzes bereits in der Luft stillstand. Die Flugdatenaufzeichnungen und der schlingernde Flugverlauf kurz vor dem Unfall deckten sich mit den Augenzeugenbeschreibungen.

Die Aufzeichnungen lassen vermuten, dass der Pilot dabei war, sich mit seinem Tragschrauber mit Flugmanövern nach einer längeren Flugpause vertraut zu machen. Nach zwei Platzrunden flog er zuerst einige Kurven und variierte dann die Fluggeschwindigkeit. Die Daten zeigen dabei keine sich schlagartig ändernden oder

außergewöhnlichen Parameter. Auch gab es bis zum Abkippen keine Hinweise auf eine Triebwerksstörung.

Das Abkippen und der plötzliche vollständige Kontrollverlust über den Tragschrauber geschahen schlagartig.

Weitere Feststellungen

Im Rahmen der Untersuchung wurde versucht zu klären, ob ein Bruch einer Steuerstangenverbindung im Flug ursächlich für den plötzlichen Kontrollverlust sein könnte. Die Untersuchung der Steuerstangenverbindungen durch das Institut für Füge- und Schweißtechnik der Technischen Universität Braunschweig ergab bei zwei Kugelköpfen als Folge des Unfalls eindeutige Gewaltbrüche ohne Vorschädigung. Bei der verbleibenden Probe wurde ein Gewaltbruch mit Anzeichen einer Vorschädigung (Schwingbruch), die ggf. über einen längeren Zeitraum zu einem Bruch hätte führen können, festgestellt. Ein Bruch dieses Kugelkopfes im Fluge als Ursache für diesen Unfall konnte jedoch mit sehr großer Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Vergleiche mit anderen Unfällen ergaben, dass die Schadensbilder in Bezug auf gebrochene Stellgewinde an den Kugelköpfen der Steuerstangen sehr ähnlich aussahen. Wobei jedoch feststand, dass die Steuerstangen bzw. gebrochenen Gewindestangen bei diesen Ereignissen nicht unfallursächlich, sondern eine Folge der Unfälle waren.

Die linke Hälfte der Kabinenhaube lag zerstört mit den Haubenscharnieren an der Unfallstelle. Somit konnte ein Abreißen der Haube im Flug ausgeschlossen werden. Auch war ein Rotoreinschlag aufgrund der Rumpf-/Rotormastgeometrie und dem Bruchbild der Haube auszuschließen. Die Haube war mittig längs im konstruktiv höchstbelasteten Bereich gebrochen. Dies entsprach den im Laufe der Untersuchung bekannt gewordenen Schadensbildern anderer Ereignisse. Bei der Untersuchung der rechten, entfernt aufgefundenen Kabinenhaubenhälfte ergaben sich Anzeichen, dass mit großer Wahrscheinlichkeit die Haube im Flug nur mit der vorderen Verriegelung gehalten wurde. Sowohl die rumpfseitigen Kratzspuren an der mittleren und hinteren Verriegelung als auch die Verbiegung der hinteren Verriegelungsstange und die Tatsache, dass nur der vordere rumpfseitige Verriegelungsklotz herausgerissen an der abgerissenen Haubenhälfte aufgefunden wurde, während die beiden anderen sich unbeschädigt am rumpfseitigen Haubenrahmen befanden, belegen dies. Der geöffnete Gurt des Piloten an der Unfallstelle und die fehlenden Prellmarken am Körper des Piloten durch einen geschlossenen Gurt beim Aufprall könnten darauf hinweisen,

dass der Pilot möglicherweise den Gurt geöffnet hatte, um sich im Sitz nach hinten zu drehen zum Versuch, die Kabinenhaube im Flug vollständig zu verriegeln. Hierbei oder durch eine plötzliche Öffnung der relativ großen Kabinenhaube im Flug, beim Herausreißen der vorderen Verriegelung aus der Rumpfstruktur, könnte es zu einem plötzlichen „Verreißen“ der Steuerung und folgenden Kontrollverlust gekommen sein.

Plötzlich aufspringende Cockpittüren bzw. Kabinenhauben und auch Versuche, diese im Flug zu schließen, führten in der Vergangenheit schon häufiger zu Unfällen (z.B. 3X149-0/07, 3X043-11, 3X056-11).

Schlussfolgerungen

Der Unfall ist mit großer Wahrscheinlichkeit auf eine nicht vollständig verschlossene Kabinenhaube und einen Kontrollverlust während des plötzlichen Öffnens der Haube oder des Versuches, diese im Flug zu schließen, zurückzuführen.

Sicherheitsempfehlungen

Geplante Maßnahmen des Tragschrauberherstellers:

Der Hersteller des Tragschraubers plant zu dem bereits in der Klarliste des Tragschraubers vorhandenen Kontrollpunkt „Kontrollen vor dem Rollen“: [...] *Kabinenhaube schließen und verriegeln* [...] ein Hinweisschild auf der Innenseite der Kabinenhaube im Blickbereich des vorn sitzenden Piloten anzubringen.

Aufgrund des bei der Untersuchung festgestellten beginnenden Schwingbruches in einem Gewinde der gebrochenen Kugelköpfe der Steuerung plant der Hersteller in Absprache mit der musterzulassenden Stelle (DAeC) alle Kugelköpfe in bereits ausgelieferten Tragschraubern und künftig produzierten Tragschraubern gegen geschmiedete, schwingungstolerantere und belastbarere auszutauschen. Außerdem sollen durch Messungen und erneute Berechnungen die Betriebsschwingungen und die zugrunde zu legenden Lastannahmen zur Dimensionierung der Komponenten innerhalb des Steuerungssystems überprüft werden.

Zusätzlich zu einer umfangreichen Inspektion ist vorgesehen, künftig nach einem „BladeFlapping“-Vorkommnis vorsorglich alle Kugelköpfe innerhalb der Steuerung zu ersetzen.

Untersuchungsführer: Axel Rokohl
Untersuchung vor Ort: Klaus Mehring, Harry Roland
Mitwirkung: Philipp Lampert, Hans-Werner Hempelmann, Dietmar Nehmsch

Braunschweig, 26. Februar 2014

Die Untersuchung wird in Übereinstimmung mit der Verordnung (EU) Nr. 996/2010 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Oktober 2010 über die Untersuchung und Verhütung von Unfällen und Störungen in der Zivilluffahrt und dem Gesetz über die Untersuchung von Unfällen und Störungen beim Betrieb ziviler Luftfahrzeuge (Flugunfall-Untersuchungs-Gesetz - FIUUG) vom 26. August 1998 durchgeführt.

Danach ist das alleinige Ziel der Untersuchung die Verhütung künftiger Unfälle und Störungen. Die Untersuchung dient nicht der Feststellung des Verschuldens, der Haftung oder von Ansprüchen.

Herausgeber

Bundesstelle für
Flugunfalluntersuchung

Hermann-Blenk-Str. 16
38108 Braunschweig

Telefon 0 531 35 48 - 0
Telefax 0 531 35 48 - 246

Mail box@bfu-web.de
Internet www.bfu-web.de