

Untersuchungsbericht

3X164-0/03
April 2006

Identifikation

Art des Ereignisses:	Unfall
Datum:	25. Juli 2003
Ort:	Heppenheim
Luftfahrzeug:	Segelflugzeug
Hersteller / Muster:	Schempp-Hirth / Duo-Discus
Personenschaden:	ohne Verletzte
Sachschaden:	Luftfahrzeug schwer beschädigt
Drittschaden:	geringer Forstschaden
Informationsquelle:	Untersuchung durch BFU

Sachverhalt

Ereignisse und Flugverlauf

Am Unfalltag um 16:30 Uhr^{*} befand sich der Duo-Discus mit zwei Personen an Bord auf einem Thermiksegelflug in der Umgebung von Heppenheim. Nach Aussage des Piloten und nach Auswertung des mitgeführten GPS-Loggers flog das Segelflugzeug aus einem Thermikkreisflug in einer Höhe von rd. 2 000 m GND ab in Richtung Westen. Diese Phase war gekennzeichnet durch eine gerade Flugbahn (Bild 1) und eine Geschwindigkeit über Grund von höchstens 150 km/h.

Als der Pilot nach eigenen Angaben durch Ziehen am Höhenruder verzögern wollte, brach der linke Außenflügel. Das Bruchstück klappte nach oben und das Segelflugzeug vollzog eine abrupte Richtungsänderung nach links. Durch Vollausschlag des Querruders nach rechts konnte der Pilot das Segelflugzeug soweit stabilisieren, dass ein unkontrollierter Flugzustand verhindert wurde.

Aufgrund der eingeschränkten Steuerbarkeit entschlossen sich die beiden Insassen zum Notabsprung. Nach Aussage des Piloten bereitete ihm die Haube beim Ausstieg große Schwierigkeiten, da sie sich nicht wie erwartet vom Rumpf trennte. Letztlich landeten beide Insassen sicher an ihren Rettungsschirmen.

Flugdatenaufzeichnung

An Bord des Segelflugzeuges befand sich ein GPS-Gerät (Logger) mit der Bezeichnung LX7000. Der Speicher des Geräts war auslesbar und enthielt Daten vom letzten Flug. Im Takt von 12 Sekunden waren die Parameter: Zeit, Koordinaten (WGS), Höhe (barometrisch und nach GPS) sowie Schall (als Indikator für optionalen Motorbetrieb) aufgezeichnet worden. Die Software *SeeYou* wurde verwendet, um die Flugspur mit farblicher Kennzeichnung der Geschwindigkeiten über Grund darzustellen (Bild 1).

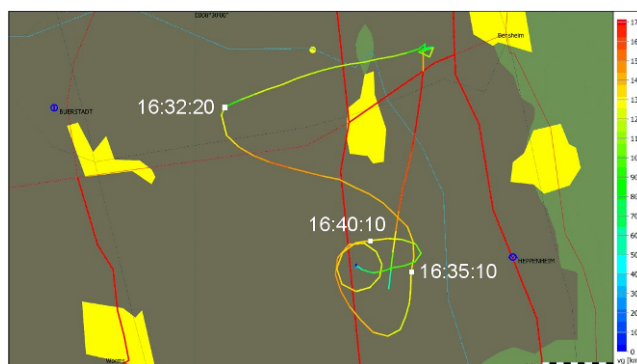


Bild 1: Plötzliches Ende des Geradeausflugs bei 16:32:20

Im Graph der Schall-Parameter sind ab 16:32:20 Uhr sprunghafte Anstiege und verschiedene Niveaus erkennbar (Bild 2).

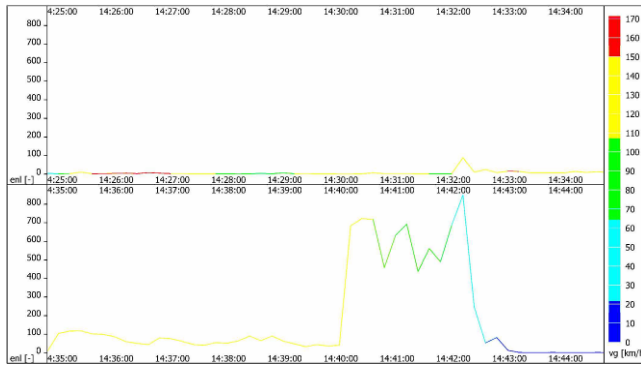


Bild 2: Sprunghaft hoher Geräuschpegel im Sonagramm

Wetter

Laut Wettermeldung (METAR) vom Flugplatz Mannheim von 16:20 Uhr kam der Bodenwind aus 190° mit 09 kt. Die Sichten waren als gut und die Bewölkung als gering eingestuft (CAVOK). Der Luftdruck (QNH) betrug 1012 hPa.

Angaben zu Personen

Beide Insassen waren im Besitz einer Erlaubnis für Segelflzeuge. Das Segelflzeug wurde vom Piloten auf dem Vordersitz gesteuert.

Die Erlaubnis dieses Piloten war erstmals im Jahr 1985 ausgestellt worden und war als Luftfahrerschein für Segelflzeugführer unbefristet gültig. Eine Überprüfung des Piloten fand letztmals am 19.05.2002 statt. Seine Gesamtlugerfahrung belief sich nach eigenen Angaben auf rund 500 Stunden. Der Flug am Unfalltag war sein erster mit einem Segelflzeug des Modells Duo-Discus.

Angaben zum Luftfahrzeug

Das Segelflzeug Duo-Discus ist ein Doppelsitzer in Faserverbund-Bauweise mit vierteiligem Tragwerk von 20 m Spannweite und mit T-Leitwerk. Der Tragflügelholm besitzt flache Gurte aus Kohlefaser-Rovings bzw. -Bändern und einen I-förmigen Steg aus zwei GFK-Profilen und einem Schaumkern.

Der Duo-Discus des deutschen Herstellers war im Jahr 1994 auf der Basis der Lufttüchtigkeitsforderungen für Segelflzeuge JAR 22 als Muster mit Kennblatt Nr. 396 durch das Luftfahrt-Bundesamt zugelassen worden.

Betriebsgrenzen		Wert
Höchstzulässige Abflug-masse	m	700 kg
Sicheres Lastvielfaches beim pos. Abfangen	n	+ 5,3 G
Höchstzulässige Fluggeschwindigkeit bei Turbulenz	V _{NE}	250 km/h
	V _{RA}	180 km/h
für Vollausschlag am HR (Manöver)	V _A	180 km/h

Tabelle 1: Betriebsgrenzen

Nach den Kennblättern der Zulassungsbehörden werden mehrere Muster und Baureihen mit dem Namen Discus unterschieden (Tabelle 2). Nach den Konstruktionszeichnungen besteht große Übereinstimmung in der Bauweise, insbesondere der Flügelstruktur.

Das betroffene Segelflzeug mit der Werknummer 387 wurde im Jahr 2003 hergestellt und mit Lufttüchtigkeitszeugnis und Eintragungsschein vom 11. Juli 2003 zum Verkehr zugelassen. Nach dem Bordbuch trat das Versagen des Tragwerks nach 16 Starts, 15 Landungen und insgesamt 18 Flugstunden ein. Alle Starts erfolgten im Flugzeugschlepp und mit zwei Insassen.

Beim Unfallflug wurde kein Wasserballast mitgeführt. Der Pilot auf dem Vordersitz wog rd. 80 kg und der auf dem Rücksitz rd. 70 kg. Bei der Leermasse des Flugzeugs war von ca. 410 kg auszugehen.

Unfallstelle

Das Segelflzeug wurde im Stadtwald von Lampertheim gefunden. Der rechte Tragflügel hing im Geäst von Bäumen und der Stummel des linken Flügels auf dem Boden (Bild 3). Der Rumpfbug wies nach unten und die Rumpfröhre nach oben. Das abgebrochene Leitwerk und die Haube befanden sich ebenfalls hier. Das Bruchstück der linken Tragfläche und das linke Querruder wurden etwas vom Hauptwrack entfernt geborgen.



Bild 3: Bruchstelle der linken Tragfläche

Feststellungen am Luftfahrzeug

Die Teile der linken Tragfläche wurden für eine weitere Untersuchung zur BFU nach Braunschweig transportiert. Die Besichtigung zusammen mit Vertretern des Herstellers und des LBA ergab:

Die Bruchstelle der linken Tragfläche ist im Wesentlichen durch den Bruch des Hauptholms 10 cm bis 30 cm außerhalb des Querruderantriebes gekennzeichnet. Die Bruchufer des an der Sandwich-Schale haftenden Unterwurts aus CFK-Gewebe sind etwas

faserig und die des Obergurtes stumpf. Der obere Flansch des Holmstegs aus GFK (I-Profil) ist vom Obergurt aus CFK abgelöst und nach unten abgewinkelt. Das Schubfeld des Stegs ist zerstört.

Die freie Oberfläche der Klebeschicht auf dem abgewinkelten Stück des Flansches ist spiegelglatt und gegenüber einer kleinen durch Gewebe geprägten Zone abgesenkt (Bild 4).

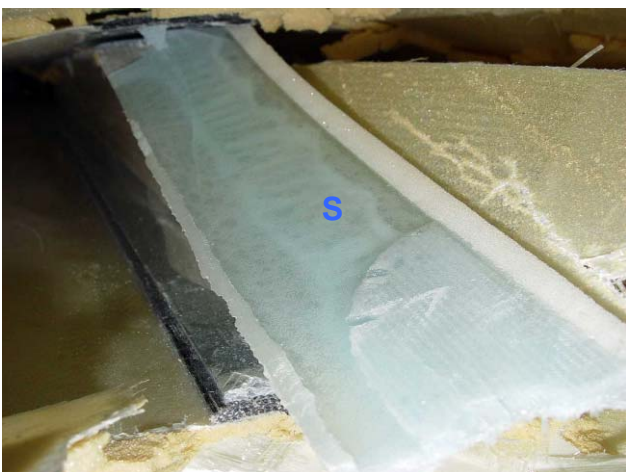


Bild 4: Klebefehler zwischen Holmsteg (S) und Obergurt

Zusätzliche Informationen

Auf einem Thermiksegelflug am 29.07.2003 in Frankreich brach bei einem Discus CS der rechte Außenflügel ab. Der Bruch trat nach über 900 Starts und über 900 Flugstunden ein. Der Holm zeigte auf über 40 cm seiner Länge eine dem Bild 4 sehr ähnliche Klebefläche. Das BEA (Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'Aviation Civile) delegierte die weitere Untersuchung an die BFU (Akte 4X022-03).

Überlebensaspekte

Die große Haube des Duo-Discus öffnet seitlich. Die Gelenke auf der rechten Seite werden laut Handbuch im Notfall nicht entriegelt. Sie sind nachweislich als Sollbruchstellen ausgelegt.

Am untersuchten Wrack war der vordere Zapfen an der Bordwand verbogen und der hintere Beschlag aus dem Haubenrahmen herausgebrochen. Der Hebel zur Demontage der Haube war noch mit einem Pin gesichert.

Zum Notabsprung benötigte die Besatzung des Duo-Discus nach eigener Aussage viel Kraft, um die Haube im Flug aufzustemmen, wobei sich die Haube nicht vom Segelflugzeug trennte. Zur Problematik des Haubenabwurfs existiert eine Studie der Fachhochschule Aachen auf Video.

Angaben zu Organisationen

Die folgenden Angaben beruhen auf Berichten und Auskünften des Musterbetreuers beim LBA und des Leiters der Entwicklung bei der Schempp-Hirth Flugzeugbau GmbH (SHK):

Die SHK kooperiert mit der Firma SHVL (Shempp-Hirth vyroba letadel s.r.o.) in Chocen / Tschechien. Als eigener Herstellerbetrieb mit tschechischer Zulassung ist sie 1997 aus der Firma Orlican akciova spolecnost (OAS) hervor-gegangen. Bei OAS und SHVL wurden Bauteile und ganze Segelflugzeuge im Auftrag von Schempp-Hirth gefertigt, wenn das Werk in Kirchheim ausgelastet war.

Muster Baureihe	x	Kennblatt	Behörde	Zulassung -Datum	Anfertigung Herstellung	s.u.	Baujahre	Werknummern	Stückprüfung Gewährleist.	TM	LTA / AD
Discus	a	360	LBA	17.01.1985	SH Kirchheim		1984 bis 1996	001 bis 563	SH Kirchheim		
Discus	b	360	LBA		SH Kirchheim		1984 bis 1997	001 bis 550	SH Kirchheim		
					OAS Chocen	A	1995 bis 1997	551 bis 554 und 568 bis 577	SH Kirchheim	360-21	2003-266-2
Discus	bT	863	LBA	24.08.1994	SH Kirchheim			077 und 106 und 146 und 151 bis 162	SH Kirchheim	863-9	2003-265-2
Discus	CS	90-01 (360)	CAA-CR (LBA)	15.08.1990 (31.01.1991)	OAS Chocen	L	1990 bis 1997	001 CS bis 224 CS	OAS Chocen	360-21	T-074/2003
					SHVL Chocen	L	1997 bis 2003	225 CS bis 308 CS	SHVL Chocen		
DuoDiscus		396	LBA	21.03.1994	SH Kirchheim		1993 bis 1998	001 bis 164	SH Kirchheim	396-9	2004-084
					SHVL Chocen	A	1998 bis 2003	165 bis 387	SH Kirchheim	396-8	2003-246/2
DuoDiscus	T	890	LBA	21.12.2001	SHVL Chocen	A		001 bis 078	SH Kirchheim	890-3 396-8	2003-245/2
DuoDiscus	C	98-02 (396)	CAA-CR (LBA)		SHVL Chocen	L	1998 bis 2003	170 CS bis 300 CS und 350 CS	SHVL Chocen		T-070/2003

Tabelle 2:

SH = Schempp-Hirth, OAS = Orlican akciova spolecnost, SHVL = Shempp-Hirth vyroba letadel, A = Auftragsarbeit, L = Lizenzbau

Von OAS und SHVL wurden und werden auch Segelflugzeuge der Muster bzw. Baureihen, die mit CS bzw. C gekennzeichnet sind, in Lizenz gebaut.

Die Herstellung der Tragflächen basierte auf dem Wissen bei Schempp-Hirth in Kirchheim, das nicht in Form schriftlicher Anleitungen vorlag. Dies betraf die Abläufe bei der Fertigung, die Spezifikation der Werkstoffe (z.B. beim Klebstoff) und die Kriterien für die Qualitätssicherung (Toleranzen).

Das „Know-how“ wurde an die Angestellten der tschechischen Zulieferer bzw. Lizenznehmer weitergegeben, indem diese eine mehrwöchige Unterweisung und Mitarbeit im deutschen Werk von Schempp-Hirth in Kirchheim/Teck absolvierten.

Für die Klebeverbindung zwischen Holmsteg und Obergurt hatten die Ingenieure mit der vollen Deckungsfläche der Bauteile gerechnet. Das Eindicken des Harzes durch Flocken und ein Überschuss an Klebstoff sollten den völligen Schluss der Klebefuge bei der Herstellung gewährleisten.

Das Mischungsverhältnis zwischen Harz und Härter wurde genau eingehalten. Der Gehalt an Füllstoff im Harz konnte je nach Raumtemperatur abweichen. Ein Zähigkeitswert für den Kleber zur Kontrolle war nicht vorgesehen. Überschuss von Kleber sollte sich auf einer Folie im Flügelkasten, die durch die Wurzelrippe herausziehen war, abzeichnen. Dieser Nachweis war im Einzelnen nicht durch Ist- und Sollwerte dokumentiert.



Bild 5: Fehlverklebung (x) und Überschuss (v) an Klebstoff

Beurteilung der BFU

Ereignisse und Flugverlauf

Die Auswertung des Loggers lieferte keine Hinweise auf unzulässige Kunstflugfiguren und unzulässige Fluggeschwindigkeiten. Kurzfristige und kleinräumige

Manöver sind wegen der geringen Signalrate jedoch nicht auszuschließen.

Wetter

Die Wetterbedingungen waren ohne Bedeutung für das Versagen des Tragwerks.

Überlebensaspekte

Die seitlich aufklappbare Haube konnte nur mühevoll von den Insassen geöffnet werden und die als Sollbruchstelle vorgesehenen Bauteile zur Ablösung der Haube vom Luftfahrzeug versagten ihre Funktion.

Es bestand die Gefahr, dass beide Personen beim Notausstieg durch das Zurückschlagen der Haube verletzt werden.

Die Schwierigkeiten der Besatzung des Duo-Discus beim Aussteigen im Fluge können noch als Einzelfall erachtet werden.

Feststellungen am Luftfahrzeug

Ganz offensichtlich bestand eine Fehlverklebung von fast 20 cm Länge in der Klebeschicht zwischen dem Flansch des Holmstegs aus GFK und dem Obergurt des Flügelholms aus CFK. Die dadurch unterbrochene Verbindung zwischen Steg und Obergurt des Hauptholms führte zum Stabilitätsversagen des Obergurts. Dies geschieht, sobald die Tragfläche auf Biegung nach oben hinreichend stark beansprucht wird. Der betroffene Duo-Discus war fast neu.

Der Unfall mit dem Discus CS in Frankreich offenbarte einen noch ausgedehnteren Klebefehler am Tragflächenholm. Bei diesem Segelflugzeug trat der Bruch erst nach längerer Betriebszeit ein.

Das Versagen in beiden Fällen könnte nach Ansicht der BFU schon bei Luftkräften aufgetreten sein, die noch im normalen Betriebsbereich lagen. Bei Segelflugzeugen ist die positive aerodynamische Last, für die das Tragwerk nach JAR 22 auszulegen ist, mit + 5,3 g relativ hoch. Im normalen Betrieb sind geringere Lastvielfache zu erwarten, z.B. bei Steilkreisen (60°) + 2,0 g und beim Windenstart (+ 910 daN) + 2,3 g. Extreme Beschleunigungen sind beim Hochziehen aus dem Schnellflug und beim Abfangen aus einer unkontrollierten Fluglage, aber auch im Schnellflug durch Böen möglich.

Luftfahrzeugmuster

Es war nicht auszuschließen, dass noch weitere Segelflugzeuge des Musters Duo-Discus und weitere baugleiche Flügel den beschriebenen Mangel in sich bargen. Deshalb mussten SHK und LBA:

- a) die Segelflugzeuge ermitteln, die mit größter Wahrscheinlichkeit von dem gleichen Fertigungsmangel wie Werknummer 387 betroffen sein konnten.
- b) eine Inspektionsanweisung entwickeln und herausgeben, die geeignet ist, die Fehlverklebungen der Klebefuge am Tragflächenholm zu erkennen und zu beurteilen.
- c) den weiteren Betrieb der Segelflugzeuge vom Muster Duo-Discus in Frage stellen und gegebenenfalls untersagen oder einschränken, bis die Stückprüfung Klarheit schaffte.

Organisation

Bei der Herstellerfirma Schempp-Hirth verteilten sich bei einigen Segelflugzeugen der Muster Discus (Einsitzer) und Duo-Discus (Doppelsitzer) die Entwicklung (Muster oder Baureihe), die Herstellung (Bauteil oder Baugruppe), die Stückprüfung (Baugruppe oder Komplettgerät) und die Verantwortung (Produkt) auf getrennte Unternehmen.

Die Herstellung der Segelflugzeuge war in erster Linie Handarbeit. Die dabei durchgeführten Qualitätskontrollen waren nicht geeignet, die Fehlverklebungen vor Inbetriebnahme der Luftfahrzeuge zu entdecken.

Sicherheitsvorkehrungen, um im Einzelfall Defizite in der Qualität des Produkts auszuschließen, fehlten an manchen Stellen. Erst durch die Unfälle wurde das Problem offenkundig. Die Technischen Mitteilungen (Tabelle 2) zeigen, dass Abhilfen möglich waren. Die eingeführte Methode einer Inspektion mit Videosonde stellt eine nützliche Innovation dar.

Schlussfolgerungen

Der Unfall ist darauf zurückzuführen, dass die Anfertigung der Tragfläche fehlerhaft und die Kontrolle des Werkstücks unzureichend waren.

Sicherheitsempfehlungen

Die BFU empfahl als Sofortmaßnahme:

Empfehlung Nr.: 10/2003

Das Luftfahrt-Bundesamt sollte den Betrieb mit dem Muster Duo-Discus solange einschränken, bis die Segelflugzeuge, die möglicherweise ebenfalls Klebefehler aufweisen, ermittelt und überprüft sind.

Das LBA reagierte am 31.07.2003 mit der LTA 2003-246/2 und LTA 2004-084. Schempp-Hirth reagierte mit der TM 396-8 und TM 396-9 (s. auch Tabelle 2).

Untersuchungsführer	Frank Stahlkopf
Mitwirkung	Uwe Pitz Gernot Leibe
Untersuchung vor Ort	Gerd Fleischmann