



Untersuchungsbericht 001

G-/CFK-beschichtetes Aluminuium

Beschreibung

Um die Tragfähigkeit einer Aluminium-Flugzeugtragfläche zu erhöhen, wurde eine zusätzliche Beschichtung aus Glasfaser bzw. Kohlefaser in Erwägung gezogen.

Über die Haftung der beiden unterschiedlichen Werkstoffe konnten leider keine aussagefähigen Berichte und Informationen gefunden werden. Um diesbezüglich geeignete Informationen zu erhalten, wurde mit einem zweckdienlichen Experiment der Sachverhalt untersucht.

Installation (Datum)		vor Fl	ug-Nr.	Masse (kg)	Schwerpunkt (mm hi. BE)	
Nicht relevant		Nicht re	elevant	Nicht relevant	Nicht relevant	
Flugbereichsbegrenzung durch die Änderung				veranlasst durch		
Startmasse (kg)	Schwerpkt. (% lµ)	Geschwin- digkeit	Beschl. (g)			
xxx	XXX	XXX	XXX			

Verbotene Flugmanöver mit der Änderung

Geprüft und mit der Änderung einverstanden (soweit relevant)

	Prüfer	Gutachter	LBA	Hersteller	Pilot
Visum	Nicht relevant				
Datum					

Kommentar Pilot siehe Flugbericht Nr.

Betroffene Dokumentation	ja	nein
Flughandbuch		X
Wartungshandbuch		х

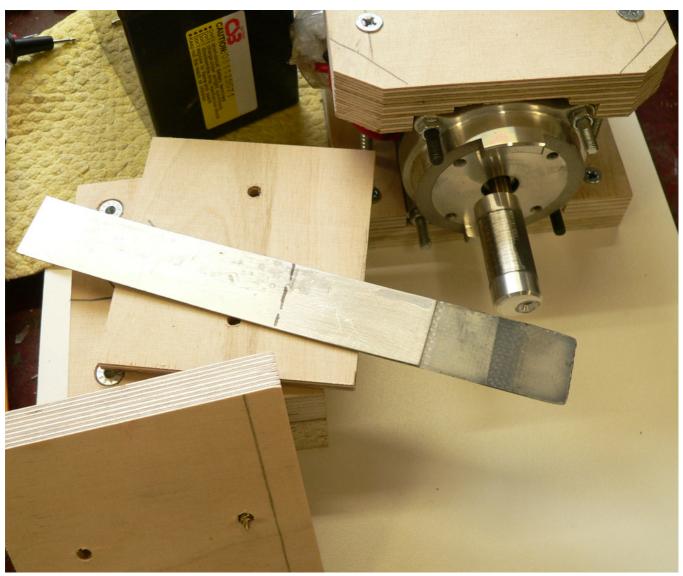
Sonstiges:

Sollte bei einem positiven Ergebnis dieses Versuches zu einer Anwendung dieses Verfahrens kommen, ist dieser Versuchsbericht als fester Bestandteil der Änderungsbeschreibung beizufügen.

Zodiak 605XL D-EZXL	G-/CFK-beschichtetes Aluminuium	1/4	
------------------------	---------------------------------	-----	--

Versuchsaufbau

Die ersten Versuche wurden auf einer Fräsmaschine durchgeführt. Hiervon existieren keiner Bilder. Dieser Vorgang ist lediglich in einer Filmsequenz festgehalten (Video Fräsmaschine). Um diese Maschine (aus dem Heimwerkerbereich) zu schonen, wurde ein spezieller Versuchsaufbau entwickelt. Ein 24 V Motor mit einer Nenndrehzahl von 3000 1/min wurde mit 12 V betrieben. Dadurch reduzierte sich die Drehzahl auf 1500 1/min. Wie die Bilder zeigen, kehrt der Prüfling bei dieser Drehzahl in die Ausgangslage zurück. Die volle schwellende Belastung ist so sichergestellt. Der Motor wurde zwischen 2 ausgesparte Platten gespannt. Auf die Motorwelle wurde ein Exzenter mit 6 mm Hubleistung aufgesteckt. Der Prüfling wurde in einen Holzblock eingespannt. Durch beilegen von Unterlagen kann der Hub eingestellt werden.



Prüflingsbefestigung

Der Prüfling wurde an der gestrichelten Linie eingespannt. Die Übergangsstelle vom beschichteten Aluminium zum reinen Glasfasergewebe ragt dann 50 mm aus dem Block heraus. Die gesamte Einrichtung wird dann so eingestellt, dass der Angriffspunkt des Exzenters im Abstand von 75 mm liegt. Diese Anordnung wurde willkürlich gewählt, entspricht aber bei einem 3500 mm langen Flügel einer Durchbiegung von 280 mm. Es könnte insoweit realistisch sein.

Zodiak 605XL G-/CFK-beschichtetes Aluminuium D-EZXL	2/4	
---	-----	--

Prüflingserstellung

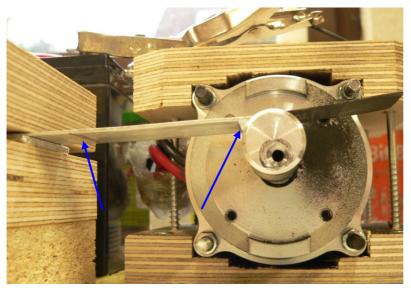
Der Aluminiumträger des Prüflings ist ein Blechstreifen Luftfahrtaluminium der Qualität 6061T6 mit 0,6 mm Dicke. Auf diesen Blechstreifen werden einseitig mehrere Lagen Glasfasergewebe – Glasfilamentgewebe 105 gr/m², Köper (190 113) bis zu einer Dicke von ca. 0,7 mm auflaminiert. Das verwendete Harzgemisch ist Epoxydharz L und Härter L, das im vorgeschrieben Mischverhältnis (Gewicht) 100:40 angesetzt wird. Die Klebefläche des Aluminiumträgers wird mit Schleifpapier Körnung 100 angeschliffen und anschließend mit Aceton gereinigt. Um die Klebefläche von Luftsauerstoff fernzuhalten, wird diese Vorbehandlung zügig durchgeführt und danach wird sofort Harz aufgetragen. Eine Oxidation der angeschliffenen Oberfläche ist jetzt ausgeschlossen. Jetzt kann mit dem Einbringen der Gewebelagen begonnen werden. Nach dem Aushärten bei Raumtemperatur wird die Verbindung auf Format geschnitten.

Anm.: Es wurde auch das Verfahren "Nass-Anschleifen" untersucht. Dabei wird auf den ungeschliffenen Rohling Epoxydharz aufgetragen. Nun wird, um die Oberfläche absolut von Sauerstoff freizuhalten, in diesem "nassen" Zustand die Beschichtungsfläche angeschliffen. Um den größten Schleifschmutz zu beseitigen, wird die geschliffene Fläche mit einem sauberen Tuch leicht abgewischt und unverzüglich danach wieder mit Harz eingestrichen (2 Mann). Es wurde gegenüber dem oben beschriebenen Verfahren kein Vorteil festgestellt.

Bei größeren Flächen sind diese Arbeiten von mehren Mitarbeitern auszuführen. Der Prozess - schleifen, reinigen, Harzauftrag – muss dabei fließend vonstatten gehen. Der Schleifstaub muss dabei ggf. kontinuierlich abgesaugt werden

Prüfung

Interessant ist für den zu untersuchenden Fall – Tragfläche - hier speziell die Beanspruchung auf Schälung. Diesem Belastungsfall entspricht der Versuchsaufbau ideal. Das nachstehende Foto zeigt die Schälstelle. Die Aufnahme stammt aus einem fortgeschrittenen Versuchsstadium durch hohen Verschleiß am GFK-Teil musste der Prüfling versetzt werden. Dies geschah um einen Betrag von



10 mm und dann nochmals um 5 mm. Der linke Pfeil zeigt auf die Markierung am Prüfling, die ursprünglich die dem Aufnahmeblock bündig war. Im Lauf des Versuches kam es auch zu einem deutlichen Verschleiß am Exzenter, was den Hub verringerte.

Das nebenstehende Bild zeigt deutlich die starke Biegung und daraus resultierend die Schälbeanspruchung.

Zu Beginn der Prüfung wurde von einer geringen Anzahl Lastspiele bis zu einer beginnenden Zerstörung kalkuliert. Ein erster Versuch wurde mit einem Hub von 2,5 mm durchgeführt. Nach 2,4 Millionen Lastwechseln war keinerlei Schaden bzw. Abnutzung zu erkennen. Daraufhin wurde der Hub auf 6 mm erhöht. Im nächsten Kapitel die Aufzeichnung des Versuches.

Das Ergebnis hat in höchstem Maße erstaunt. Nach annähernd 25.000.000 Lastwechseln wurde der Versuch abgebrochen. Grund dafür war nicht ein Schaden an der Schälstelle. Vielmehr abrasiver Verschleiß am Prüfling und am Exzenter ursächlich. Nachdem die äußere Harzschicht durchgeschlif-

Zodiak 605XL G D-EZXL	i-/CFK-beschichtetes Aluminuium	3/4	
--------------------------	---------------------------------	-----	--

fen war, entstand durch das dann freiliegende Glasgewebe ein überproportionaler Verschleiß. Die Schälstelle war frei von jeglichem Schaden.



Das Foto zeigt den verschlissenen Prüfling.

Prüfaufzeichnungen

Datum	Uhrzeit	Frequenz	Anzahl	Bemerkung	
		1/min	24.710.000		
				6 mm Hub	
25.10.	09:00	1548			
	18:00	1750	35.000	\checkmark	
26.10.	18:00	1750	2.520.000	✓	
27.10.	18:00	1750	2.520.000	✓	
28.10.	18:00	1750	2.520.000	✓	Einspannung um 10 mm geändert
29.10.	18:00	1750	2.520.000	\checkmark	
30.10.	18:00	1750	2.520.000	\checkmark	
					Einspannung um weitere 5 mm geän-
31.10.	07:30	1750	892.500	\checkmark	dert
31.10.	18:00	1750	1.102.500	✓	
03.11.	18:00	1750	7.560.000		Hub nimmt ab
03.11.	18:00	1750	2.520.000		

Fazit

Diese Klebeverbindung ist dauerfest.

Anlagen

2 Berichte zum Werkstoff Glare glasfaserverstärktes Aluminium - aus Wikipedia zusätzlich 2 Videos

Zodiak 605XL D-EZXL	G-/CFK-beschichtetes Aluminuium	4/4	
------------------------	---------------------------------	-----	--