

**DG Flugzeugbau GmbH**

Otto-Lilienthal-Weg 2 / Am Flugplatz • D-76646 Bruchsal • Deutschland

Postfach 1480, D-76604 Bruchsal • Deutschland

Tel. 07251/3020-100 • Telefax 07251/3020-200 • eMail: dg@dg-flugzeugbau.de

Ersatzteil- und Materialverkauf: Tel. 07251/3020-270 • lager@dg-flugzeugbau.de

www.dg-flugzeugbau.de

**REPARATURHANDBUCH**

**FÜR DEN**

**MOTORSEGLER**

***DG-1000T***

Kennblatt Nr.: EASA.A.072

Ausgabe: Juni 2005

**Reparatur Handbuch DG-1000T**

Lfd. Nr.	Seite	Bezug	Datum	Unter- schrift

**0 Inhaltsverzeichnis**

	Seite	Ausgabe
1. Vorwort	3	Juni 05
2. Definition von kleinen Schäden	5	Juni 05
3. Nötige Werkzeuge und Einrichtungen	6	Juni 05
4. Materialliste für FVK Reparaturen	7	Juni 05
"    "    "    "	8	Juni 05
"    "    "    "	9	Juni 05
5. Reparaturanweisungen für FVK	10	Juni 05
Bauteile    "    "	11	Juni 05
"    "    "	12	Juni 05
"    "    "	13	Juni 05
6. Materialien und Überlappungslängen	14	Juni 05
der einzelnen Bauteile	15	Juni 05
"    "    "	16	Juni 05

**1 Vorwort**

Die Absicht dieses Reparaturhandbuches ist, grundlegende Ratschläge für die Reparatur von kleineren strukturellen Schäden an Flugzeugen, welche aus Glas- und Kohlenstoffaserkunststoff (GFK und CFK) hergestellt sind, zu geben. Grundlegende Informationen über GFK und CFK werden in diesem Handbuch nicht gegeben, da davon ausgegangen wird, dass solche Arbeiten nur von Leuten durchgeführt werden, die praktische Kenntnisse für die Reparatur von GFK und CFK-Teilen besitzen. Die Reparatur von Segelflugzeugen eignet sich nicht dazu, GFK und CFK Laminierungstechniken zu erlernen.

Ehe Sie mit der Arbeit beginnen, studieren Sie sorgfältig, welche Materialien, Hilfsmittel, Werkzeuge und Arbeitsmethoden erforderlich sind. Sie werden die erforderlichen Angaben dazu in diesem Handbuch finden. Damit die ausgezeichneten Leistungen dieses Segelflugzeuges erhalten bleiben, sollte die Oberflächenqualität die gleiche wie vor der Reparatur sein.

Wenn Zweifel über die Reparaturfähigkeit auftauchen, setzen Sie sich in jedem Fall mit dem Hersteller in Verbindung, damit geklärt werden kann, was repariert werden kann und was nicht mehr.

Die Informationen, die in diesem Handbuch gegeben werden, zielen auf die Reparatur von kleineren Schäden, wie ein Loch an der Rumpfunterseite nach einer Landung mit eingefahrenem Fahrwerk oder ein Rangierschaden in der Halle usw., siehe 2.

Größere Reparaturen, die die in diesem Handbuch definierten Schäden übersteigen, dürfen nur vom Hersteller oder von einem anerkannten luftfahrttechnischen Betrieb mit entsprechender Erfahrung durchgeführt werden.

**Anmerkung:** Für Reparatur- und Wartungsarbeiten an Ausrüstungsteilen und bei Motorseglern am Triebwerk, gelten die Angaben im Wartungshandbuch des Flugzeuges und den Handbüchern, die zu den Ausrüstungsteilen gehören.

## 2 Definition von kleinen Schäden

Es dürfen nur die unten angeführten Schäden selbst repariert werden.

### Kleine Schäden sind wie folgt definiert:

1. Sämtliche Schäden, bei denen nur Lack- oder Spachtel beschädigt ist.
2. Löcher an der Unterseite des Rumpfes, wenn der mittlere Durchmesser der Löcher folgende Maße nicht überschreitet:

Vorderteil:	80 mm
Rumpfröhre:	40 mm

Risse an der Rumpfunterseite max. Länge

Vorderteil:	120 mm
Rumpfröhre:	80 mm

Die Blindklebung der Rumpfröhre darf nicht beschädigt sein.

3. Löcher, Risse und Blasen in Flügel-, Höhenleitwerks- und Ruderschalen, wobei folgende Größen der Schädigung nicht überschritten sein dürfen:

	mittlerer Loch Durchmesser	Rißlänge
Flügel	100	150
Höhenflosse	50	80
Seitenruder	50	80
Wölbklappen, Querruder		
Höhenruder	30	50

Die Teile dürfen nicht im Holmbereich beschädigt sein.

Bei Reparaturen an Ruderflächen ist Abschnitt 5.6 zu beachten.

4. Austausch von verbogenen Beschlügen: Teile Nummern siehe Diagramme im Wartungshandbuch.

Defekte Beschlüge dürfen nicht selbst repariert werden, sondern sind stets auszutauschen.

## 3 Nötige Werkzeuge und Einrichtungen

### WERKZEUGE

- Genaue Waage ,um die richtige Mischung des Harzes vorzubereiten.
- Becher und Hölzer zum Mischen.
- Pinsel (kurzhaarig) um das Harz aufzutragen.
- Metallroller um das Glasgewebe niederzudrücken und Luftblasen zu vermeiden.
- Scheren zum Schneiden des Glasgewebes.
- Selbstklebeband.
- Plastikfolien für Heizzelte.
- Heißluftgebläse.
- Schleifpapier in verschiedenen Körnungen.
- Messer.
- Sägeblätter zum Schneiden von starkem Plastik.
- Schutzhandschuhe.
- genaues Thermometer bis 60° C.

### EINRICHTUNGEN

Um eine sichere Aushärtung des faserverstärkten Kunststoffes zu gewährleisten, muss die Temperatur während der Arbeit und bis zum Aushärten mindestens 12 Stunden lang bei mindestens 21° C gehalten werden. Danach sind die reparierten Stellen zu tempern. Hierzu kann aus Plastikfolien oder Styroporplatten ein Heizzelt gebaut werden.

**4 Materialliste für Reparaturen an Teilen aus faserverstärkten Kunststoffen**

**Harzsysteme für Reparaturen**

Harz	Härter	Mischungsverhältnis	Gewichtsteile
Bakelite Rütapox L 20 oder MGS L 160 oder MGS L 285	Bakelite SL 50  MGS H 163  H 286	100:30  100:28  100:38	

Die Reparaturstellen müssen vor dem nächsten Flug mindestens 20 Stunden bei mind. 54° getempert werden.

**Glasgewebe**

Interglas Nr.	US.-Nr.	Bindung	Flächengewicht (g/m <sup>2</sup> )
90 070	1610	Leinwand	80
92 110	„	Köper	163
92 125	„	Köper	280
92 130	„	Leinwand	390
92 140	„	Köper	390
92 145	181-150	unidirektional	220

Alle Gewebe mit Finish I 550 bzw. FK 144

**Glasfaserrovings**

Gevetex EC-10-2400 K 92 mit Silanschlichte

**Kohlenfasergewebe**

Flächengewicht g/m <sup>2</sup>	Bindung	Hersteller	Type
Gewebe aus Fasern HTA 3000 ca. 205	Leinwand	Sigri Interglas C. Cramer	KDL 8003 98140 C 450
ca. 205	Köper	Sigri Interglas C. Cramer	KDK 8042 98141 C 452
Ca. 245	Köper	Sigri Interglas C. Cramer	KDK 8043 98151 C 462
ca. 120 Gewebe aus Faser M40 JB 6000 Hochmodulfasern (Querruder der Innenflügel)	Leinwand unidirektional	Interglas	04387
ca.200	Köper	Sigri	KDK 8040/T

**Kohlenfaserbänder:** Sigri KDU 1009 7,5 cm breit

**Kohlenfaserrovings:** TOHO bzw. TENAX HTA 24000 oder TENAX HTS 2400

**Diolengewebe** C. Cramer Style 14 K 158 g/m<sup>2</sup>  
(als Stützstoff in den Querrudern der Außenflügel und in den Endfahnen der Flügel im QR-Bereich und der Höhenflosse)

**Schaumstoffe:** Diab Divinycell H 60 Farbe grün

Röhm GmbH Rohacell 51 Farbe weiß  
Rohacell 71 Farbe weiß,  
(nur für die Holmstege)

**Tubusstützstoffkern** Tubus Bauer Tubuswaben B6 6 mm dick  
Farbe grau oder weiß (Rumpfröhre)

**Lacke:** UP (Polyester) Lacke  
Lesonal PE Schwabbelack 0369066 mit Härter 0720510  
Mischungsverhältnis 100:2  
Es kann max. 10 % Verdünnung 0630260 zugegeben werden.

oder MGS T 35 mit Härter SF 2  
Mischungsverhältnis 100:2-3  
Es kann max. 10 % Verdünnung SF zugegeben werden.

Oder PU (Polyurethan) Lack, sofern das Flugzeug optional damit lackiert wurde.

**Klebstoffe für Plexiglas:**

Zum Aufkleben der Haube:

Kleber Casco Nobel	1805	Foss Than 2K
Härter Casco Nobel	1821	Curing Agent
Mischungsverhältnis:	3 : 1	Gewichtsteile
	oder 2 : 1	Volumenteile

eingedickt mit Aerosil.

Kleber Henkel Teroson	Macroplast	UK 8303 B60
Härter Henkel Teroson	Macroplas	UK 5400
Mischungsverhältnis:	6 : 1	Gewichtsteile
	oder 4,4 : 1	Volumenteile

eingedickt mit Aerosil.

Zum Reparieren von Rissen  
in der Haube:

Röhm Acrifix 92, bei Licht aushärtend

**Füllstoffe:**

Zum Verkleben wird das Harz-Härter Gemisch mit Baumwollflocken FL 1 f eingedickt. (So stark eindicken, daß das Harz nicht wegläuft). Die Klebeflächen müssen aber zuvor mit nicht eingedicktem Harz eingestrichen werden.

Zum Einsetzen von Schaumstücken bei der Reparatur einer Sandwichschale und zum Ausgleichen von großen Unebenheiten an einer Reparaturstelle kann das Harz-Härter Gemisch auch mit Microballoons BJO-0930 eingedickt werden. Es gilt das gleiche wie für das Eindicken mit Baumwollflocken.

**Bezugsquellen:**

Alle Materialien sind über die Firma DG-Flugzeugbau zu beziehen.

**5 Reparaturanweisungen für faserverstärkte Kunststoffteile**

**5.1 Allgemeines**

Siehe auch Abschnitt 2 und 3

Es dürfen nur die in Abschnitt 4 angegebenen Materialien verwendet werden.

Nur die in Abschnitt 2 definierten Schäden dürfen selbst repariert werden.

Beschädigtes Gewebe herausschneiden, anschärfen und sorgfältig aufrauhern. Die Schäfllänge entspricht der Überlappungslänge siehe Abschnitt 6.

Sämtliche Reparaturen sind so auszuführen, dass die Verklebung **naß auf trocken** geschieht.

Hinweise für den Umgang mit GFK sind der "Fiberglas Flugzeug Flick Fibel" (Verfasser U. Hänle) zu entnehmen.

Der Umgang mit CFK erfolgt analog zum GFK. Allerdings ist darauf zu achten, dass die Kohlefasern nicht geknickt werden.

Sämtliche Reparaturstellen müssen vor dem nächsten Flug mindestens 20 Stunden bei 54° getempert werden.

**5.2 Reparatur einer Voll-GFK- oder CFK-Schale**

Die Schale anschärfen. Hierbei müssen die einzelnen Gewebelagen genauso sichtbar sein, wie die Holzschichten bei einer Sperrholzschaftung. Den Lack 20mm um die Schäflstelle herum abschleifen.

Neues Gewebe - siehe Skizze - von unten her aufbauen.



### 5.3 Reparatur der äußeren Lage einer Schaumstoff-Sandwichschale

Beschädigtes Gewebe ausschneiden. Den Lack um die Überlappungslänge + 10 mm rundherum um das Loch wegschleifen.

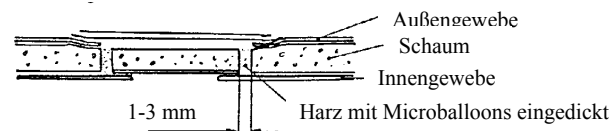
Beschädigungen im Schaum mit Harz, welches mit Microballoons eingedickt ist (Microballoonharz), ausfüllen, aushärten lassen. Dann verschleifen. Das Außengewebe mit einem Hammerstiel etwas in den Schaum eindrücken, dazu diesen Bereich auf ca. 60° C erwärmen. Dann das neue Gewebe auflegen. (Eine Schäftung der dünnen Gewebelage hat keinen Sinn).

### 5.4 Reparatur von äußerer und innerer Lage einer Schaumstoff-Sandwichschale

Siehe Abschnitt 5.3. Zusätzlich den Schaum soweit ausschneiden, bis die Schädigung des Innengewebes ganz offenliegt. Schaum bis auf die Überlappungslänge des Innengewebes neben der beschädigten Stelle entfernen (s. Skizze). Sofern das Innengewebe noch zusammenhält, ist dieses anzuschleifen und die Reparaturlage darauf aufzulegen. Dann ein passendes Stück Hartschaum (1-2 mm dünner als der Originalschaum) mit Microballoonharz einkleben.

Falls das Innengewebe soweit beschädigt ist, dass das oben genannte Verfahren nicht anwendbar ist, so ist das nötige Stück Schaumstoff vorab mit dem Innengewebe zu belegen. Nach dem Aushärten ist es an den Klebestellen aufzurauen und mit Microballoonharz einzukleben. Um den Schaum mit Gewebe zu belegen, muss er mit Microballoonharz gespachtelt werden, um Luftblasen zu vermeiden.

Aufbringen des Außengewebes siehe unter 5.3.



### 5.5 Reparatur einer Sandwichschale mit Tubusmatte als Stützstoffkern (Rumpf)

Reparatur analog zum Schaumstoff-Sandwich mit folgenden Ausnahmen:

1. Das Außengewebe kann nicht in den Tubuskern eingedrückt werden. Das Außengewebe ist sauber anzuschäften.
2. Um eine gute Verbindung zu dem Gewebe bei einer Reparatur zu bekommen, sind die Hohlräume der Tubusmatte mit Harz-Microballoonmischung aufzufüllen.

### 5.6 Ausbesserung von kleinen Dellen in einer Schaumstoff-Sandwichschale (keine Risse im Lack!)

Diese Dellen lassen sich oftmals durch Erwärmen auf 60° bis 70° C beseitigen. Schale im Bereich der Delle mit einem Föhn mehrere Minuten lang auf 60° bis 70° C erwärmen. Der Schaum dehnt sich dann fast auf sein ursprüngliches Maß aus, so daß die Delle kaum noch sichtbar ist.

Meistens genügt ein Überschleifen mit Nassschleifpapier Körnung 600 oder in hartnäckigen Fällen ein einmaliges Nachlackieren um die Delle vollständig zu beseitigen.

### 5.7 Oberflächen Finish

Die Reparatur muss so ausgeführt werden, dass sie nicht oder nur kaum höher als die umgebende Oberfläche ist.

Das ausgehärtete Laminat mit Trockenschleifpapier Körnung 80 aufrauen. Dann mit Polyesterspachtel spachteln. Spachtel trocken verschleifen. Wenn die Oberfläche eben ist, die gespachtelte Stelle und mindestens 5 cm des Lackes der umgebenden Oberfläche mit Nassschleifpapier Körnung 400 anschleifen. Vollständig trocknen lassen!

Dann die Reparaturstelle mit UP (Polyester) Lack lackieren.

Nach dem Aushärten des Lackes die reparierte Oberfläche mit Nassschleifpapier Körnung 400, 600, 800 und eventuell 1000 schleifen, bis die Oberfläche glatt ist.

**Anmerkung:** Bei PU (Polyurethan) Lackierung wird der PU Lack auf die mit Körnung 600 geschliffene UP (Polyester) Oberfläche gespritzt und dann weiter mit Körnung 800 und 1000 geschliffen.

Poliert wird mit Stoffschwabbelscheiben und Hartwachs, welches gegen die rotierenden Schwabbelscheiben gehalten wird, so dass es sich auf die Scheiben überträgt und dann von den Scheiben auf die Oberfläche, siehe Abschnitt "Allgemeine Pflege" im Wartungshandbuch. Nicht nur in eine Richtung polieren und nicht zulange auf einer Stelle, um ein Erhitzen der Oberfläche zu vermeiden.

### 5.8 Reparaturen an Ruderflächen

Nach Reparaturen ist der Massenausgleich mit den Angaben im Wartungshandbuch zu überprüfen. Sollte das maximale rücklastige Moment überschritten werden, so ist das Bauteil auszutauschen.

### 6 Materialien und Überlappungslängen bei den einzelnen Bauteilen

Die folgenden Überlappungslängen sind an jedem Punkt der Reparatur einzuhalten, die aufgeführten Materialien sind zu verwenden, s. auch Seiten 6 und 7. (Kleinere Verstärkungslagen an besonders beanspruchten Stellen sind in dieser Aufstellung nicht enthalten).

Teil	Überlappungs-länge b (cm)	Gewebe, etc. d=diagonal l=längs eingelegt
<b>Innenflügel</b>		
Schale außen	3	1 x 90070 l außen +1x205g/m <sup>2</sup> Kohlenfaser d ganzer Flügel
Stützstoff	3	+1x205g/m <sup>2</sup> Kohlenfaser d von Wurzel bis 3160 mm v.W.
	/	H60 8mm dick bis y= 5240mm +H60 6mm von y= 5240mm bis Teilung
Schale innen	3	1x205g/m <sup>2</sup> Kohlenfaser d ganzer Flügel 1xKohlenfaser 120g/m <sup>2</sup> unidirektional l in Flugrichtung im Tankraum
<b>Außenflügel</b>		
Schale außen	3	1x90070 l außen +1x205 g/m <sup>2</sup> Kohlenfaser d
Stützstoff	/	H 60 3mm dick
Schale innen	1,5	1x92110 d
<b>Winglets der Außenflügel</b>		
Schale	4	1x90070 l außen +3x205 g/m <sup>2</sup> Kohlenfaser d
<b>Querruder Innenflügel</b>		
Schale außen	2	1x90070 l außen +1x200 g/m <sup>2</sup> Kohlenfaser M40J d
Stützstoff	/	H60 3 mm dick
Schale innen	2	1x200g/m <sup>2</sup> Kohlenfaser M40J d

Reparatur Handbuch DG-1000T

Teil	Überlappungs- länge b (cm)	Gewebe, etc. d=diagonal l=längs eingelegt
<b>Querruder Außenflügel</b>		
Schale außen	2	1x90070l +1x205g/m <sup>2</sup> Kohlenfaser d
Stützstoff	/	1xDiolengewebe 158g/m <sup>2</sup> l
Schale innen	2	1x205g/m <sup>2</sup> Kohlenfaser d
<b>Höhenflosse</b>		
Schale außen	2	1x90070 d + 1x92110 d
Stützstoff	/	H 60 5 mm dick
Schale innen	1	1x90070 d ganze Flosse
	1	+1x92110 d in Flossenmitte 300mm breit
	1	+1x92110 d in Flossenmitte 200mm breit
<b>Höhenruder</b>		
Schale	3	1x92110 d + 1x92140 d ganzes Ruder
	2	+1x92125 d in Rudermitte 300mm breit
	2	+1x92140 d ganzes Ruder
<b>Seitenruder</b>		
Schale außen	1	1 x 90070 d
Stützstoff	/	H60 3 mm dick
Schale innen	1	1x90070 d
<b>Rumpf + Seitenflosse</b> l bedeutet in Rumpflängsrichtung		
<b>Rumpfvorderteil</b>		von außen nach innen
	8,5	1x92110 d 1x92145 l 1x92125 d 1x92140 d 1x92145 l 1x92140 d 1x92145 l

Reparatur Handbuch DG-1000T

Teil	Überlappungs- länge b (cm)	Gewebe, etc. d=diagonal l=längs eingelegt
<b>Rumpfmittelteil</b>		
von Flügelnase bis ca.130 mm hinter der hinteren Flügelaufhängung	8,0	von außen nach innen 1x92110 d 1x92145 l 1x92125 d 3x92140 d 1x92145 l
<b>Rumpfröhre</b>		
Schale außen	3,5	von außen nach innen 1x92110 d 1x92145 l 1x92125 d
Stützstoffkern	/	Tubuswaben B6 6mm dick
Schale innen	3,5	1x92140 d 1x92145 l
<b>Motorraum</b>		
Seitenwände	2	1x205g/m <sup>2</sup> Kohlenfaser d innen + außeb
Abschlußspant	2,5	1x245g/m <sup>2</sup> Kohlenfaser d innen + außeb
Bänder neben dem Ausschnitt des Motorraums	10	4 CFK-Bänder KDU 1009 7,5 cm breit
<b>Seitenflosse</b>		
		von außen nach innen
		l bedeutet senkrecht auf Rumpflängsrichtung
Schale außen	2	1x92110 d 1x92145 l
Schaumstoffkern	/	H60 5 mm dick
Schale innen	1,5	1x92110 d ganze Flosse + 1x92145 l bis 600mm über Rumpfmittellinie
<b>Achtung:</b> diverse weitere Verstärkungen befinden sich an dem Übergang von Rumpf zu Seitenflosse und in der Seitenflosse oben.		