

ARBEITSGEMEINSCHAFTEN "VERBUNDWERKSTOFFE UND -STRUKTUREN"

FASERVERBUNDWERKSTOFFE
IM SEGELFLUGZEUGBAU

- Seminarumdruck -

- ALLE RECHTE VORBEHALTEN -

Fortbildungsseminar des DAEC an der
Fachhochschule Rosenheim

vom 16. bis 20. September 1985

für den Temperaturbereich von -55°C bis $+75^{\circ}\text{C}$ zu erbringen.

II.2 Verbundstoffe

Die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Bauweise sind an Probeteilen zu ermitteln. Insbesondere sind hier Einflüsse, die sich aus dem Betrieb ergeben können, zu berücksichtigen (z.B. besonders harter und kurzzeitiger Klimawechsel, Wassereinwirkung, Einwirkung von UV-Strahlen etc.). Im allgemeinen wird dies nur durch Versuche möglich sein. Die entsprechenden Normen und Spezifikationen sind zu beachten. Darüber hinaus sind zum Nachweis der Dauerfestigkeit des Verbundstoffes (Biegewechselfestigkeit) entsprechende Versuche nach DIN 53 442 durchzuführen.

Zum Nachweis der Festigkeit für die gemäßigte Zone muß von der Umgebungstemperatur des sogenannten "heißesten Sommertages", die nach den amerikanischen Bauvorschriften FAR § 23.1043 (b) mit $t = + 38^{\circ}\text{C}$ festgelegt ist, ausgegangen werden. Sonneneinstrahlung bewirkt eine zusätzliche Aufheizung der Bauteiloberfläche; sie ist für weiße, polierte Oberflächen mit einem Zuschlag von mindestens $\Delta t = 16^{\circ}\text{C}$ zu berücksichtigen. Somit ist der Nachweis ausreichender Festigkeit bei weißer Oberfläche für eine Temperatur von mindestens $+ 54^{\circ}\text{C}$ zu führen (Grenztemperatur für weiße Oberflächen).

Bei Verwendung einer anderen Pigmentierung ist hierfür die Temperaturerhöhung gegenüber weiß zu ermitteln und die sich dann daraus ergebende Temperaturgrenze anzusetzen.

Dabei ist die Streuung der Meßwerte durch einen Sicherheitszuschlag, der mit dem Luftfahrt-Bundesamt zu vereinbaren ist, zu berücksichtigen.

V o r l ä u f i g e

Richtlinien zur Führung des Festigkeitsnachweises für Bauteile aus synthetikfaserverstärkten Kunststoffen von Segelflugzeugen und Motorseglern

1. Entwurfs-Ausgabe Okt. 1980

I. Allgemeines

Diese Richtlinien geben dem Entwickler und Hersteller von SFK-Bauteilen an, welche Nachweise und Versuche im Laufe einer Musterprüfung innerhalb des durch die geltende Bauvorschrift abgesteckten Rahmens zu erbringen sind, um die Lufttuchtigkeit des Musters feststellen und erklären zu können.

Wegen der im Verhältnis zur Zugfestigkeit sehr geringen Druckfestigkeit, der Empfindlichkeit gegen UV-Strahlung u.a.m. darf dieser Verbundstoff nur für sekundäre Bauteile oder Bauteile mit geringem Spannungsniveau, das deutlich unter dem der Dauerfestigkeit liegt, verwendet werden.

Die vorliegende Fassung stellt das Ergebnis der Beratungen des Arbeitskreises "Neuartige Faserwerkstoffe" dar, der sich aus Vertretern der Segelflugzeugindustrie, der Luftfahrtforschung und -lehre, der Werkstoffhersteller, der Akademischen Fliegergruppen und des Luftfahrt-Bundesamtes zusammensetzt.

II. Werkstoffe

II.1 Werkstoff-Komponenten

Die verwendeten Werkstoff-Komponenten (Harze, Synthetikfasern, Stützstoffe usw.) müssen ausreichend spezifiziert und vom Luftfahrt-Bundesamt anerkannt sein. Die Auswahl und Prüfung dieser Komponenten ist nach den entsprechenden Luftfahrtnormen vorzunehmen. Der Eignungsnachweis ist

Für den Export in Länder, in denen mit hiervon abweichenden Temperaturverhältnissen gerechnet werden muß, sind die zu erwartenden Verhältnisse vom Entwickler des Luftfahrzeuges gesondert zu berücksichtigen.

Für Verbundstoffe (Laminate, Sandwiches etc.) ist zur Bestimmung des Temperatureinflusses

$$\sigma \text{ Druck} = f(t)$$

zu ermitteln.

III. Bauteile

Versuche an Bauteilen zum Nachweis der Lebensdauer sind gesondert mit dem Luftfahrt-Bundesamt festzulegen.

V o r l ä u f i g e

Richtlinien zur Führung des Festigkeitsnachweises für Bauteile aus glasfaser- und kohlenstoffaserverstärkten Kunststoffen von Segelflugzeugen und Motorseglern

- Ausgabe Januar 1981 -

I. Allgemeines

Diese Richtlinien geben dem Entwickler und Hersteller von GFK- und CFK-Bauteilen an, welche Nachweise und Versuche im Laufe einer Musterprüfung innerhalb des durch die geltende Bauvorschrift abgesteckten Rahmens zu erbringen sind, um die Lufttuchtigkeit des Musters feststellen und erklären zu können. Sie entsprechen dem heutigen Stand der Erkenntnisse über das sich ständig weiter entwickelnde Gebiet der glasfaser- und kohlenstoffaserverstärkten Kunststoffe. Die vorliegende Fassung stellt das Ergebnis der Beratungen des Arbeitskreises "Neuartige Faserwerkstoffe" dar, der sich aus Vertretern der Segelflugzeugindustrie, der Luftfahrtforschung und -lehre, der Werkstoffhersteller, der Akademischen Fliegergruppen und des Luftfahrt-Bundesamtes zusammensetzt.

Abweichende Vereinbarungen von den nachfolgenden Richtlinien können getroffen werden, wenn es die technischen Gegebenheiten erforderlich machen; sie sind dem Luftfahrt-Bundesamt zur Anerkennung vorzulegen.

II. Werkstoffe

II.1 Werkstoff-Komponenten

Die verwendeten Werkstoff-Komponenten (Harze, Glasfasern, Kohlenstofffasern, Stützstoffe usw.) müssen ausreichend spezifiziert und vom Luftfahrt-Bundesamt anerkannt sein. Die Auswahl und Prüfung dieser Komponenten ist nach den entsprechenden Luftfahrtnormen vorzunehmen. Der Eignungsnachweis ist für den Temperaturbereich von - 55°C bis + 75°C zu erbringen.

III. Bauteile

In Anwendung der geltenden Bauvorschriften sind an Bauteilen folgende Versuche durchzuführen:

1) Belastungsversuche zum Nachweis der Lebensdauer

- a) Das Bauteil ist zunächst statisch bei Raumtemperatur bis zur sicheren Last ($j = 1,0$) kontinuierlich zu belasten. Nach Erreichen der sicheren Last ist das Bauteil zu entlasten und evtl. bleibende Deformationen sind zu ermitteln. Sodann ist eine kontinuierliche Belastung bis zur rechnerischen Bruchlast vorzunehmen und anschließend ist wieder zu entlasten.

Anmerkung:

Um eine evtl. Vorschädigung im Rahmen dieses Vorversuchs zu vermeiden wird es als zweckmäßig erachtet, zwei gleiche Bauteile herzustellen und eines davon bis $j = 1,5$, dasjenige aber, an welchem die Versuchsreihe fortgesetzt wird, nur bis $j = 1,0$ zu belasten.

- b) Dem nun folgenden Betriebsfestigkeitsversuch ist eine Betriebsdauer des Segelflugzeugs oder Motorseglers von 6000 Stunden zugrunde zu legen. Die mögliche Streuung der Ergebnisse muß durch einen Streufaktor von mindestens 3 berücksichtigt werden. Bei dem Versuch sind die zu erwartenden Betriebsverhältnisse möglichst genau zu simulieren (z.B. Leistungssegelflug, voller Kunstflug, Anfängerschulung, Flug mit Wasserballast etc.). Die Durchführung eines Betriebsfestigkeitsversuchs, dessen Belastungskollektiv sich nur auf die Ermittlung der Lebensdauer bzw. Betriebsstundenzahl eines Hochleistungs-segelflugzeugs bezieht, kann auch für Segelflugzeuge oder Motorsegler anderer Verwendungszwecke Anwendung finden, wenn das erreichte Spannungsniveau im Vergleich zum Hochleistungssegelflugzeug um einen bestimmten, im Benehmen mit dem Luftfahrt-Bundesamt festzulegenden Betrag geändert wird.

II.2 Verbundstoffe

Die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Bauweise sind an Probeteilen (Laminaten, Sandwiches etc.) zu ermitteln. Insbesondere sind hier Einflüsse, die sich aus dem Betrieb ergeben können, zu berücksichtigen (z.B. besonders harter und kurzzeitiger Klimawechsel, Wassereinwirkung etc.). Im allgemeinen wird dies nur durch Versuche möglich sein. Die entsprechenden Normen und Spezifikationen sind zu beachten.

Zum Nachweis der Festigkeit für die gemäßigte Zone muß von der Umgebungstemperatur des sogenannten "heißesten Sommertages", die nach den amerikanischen Bauvorschriften FAR § 23.1043 (b) mit $t = + 35^{\circ}\text{C}$ festgelegt ist, ausgegangen werden. Sonneneinstrahlung bewirkt eine zusätzliche Aufheizung der Segelflugzeugoberfläche; sie ist für weiße polierte Oberflächen mit einem Zuschlag von mindestens $\Delta t = 16^{\circ}\text{C}$ zu berücksichtigen. Somit ist der Nachweis ausreichender Festigkeit bei weißer Oberfläche für eine Temperatur von mindestens $+ 54^{\circ}\text{C}$ zu führen (Grenztemperatur für weiße Oberfläche).

Bei Verwendung einer anderen Pigmentierung ist hierfür die Temperaturerhöhung gegenüber weiß zu ermitteln und die sich dann daraus ergebende Temperaturgrenze anzusetzen. Dabei ist die Streuung der Meßwerte durch einen Sicherheitszuschlag, der mit dem Luftfahrt-Bundesamt zu vereinbaren ist, zu berücksichtigen.

Für den Export in Länder, in denen mit hiervon abweichenden Temperaturverhältnissen gerechnet werden muß, sind die zu erwartenden Verhältnisse vom Entwickler des Luftfahrzeugs gesondert zu berücksichtigen.

Für Verbundstoffe (Laminat, Sandwiches etc.) ist zur Bestimmung des Temperatureinflusses

$$\sigma_{\text{Druck}} = f(t)$$

zu ermitteln.

Deformationen unter dieser Last sind zu ermitteln.

Ab $j = 1,0$ ist eine Laststeigerung bis zur rechnerischen Bruchlast ($j = 1,5$) vorzunehmen, wobei die Belastungsgeschwindigkeit so zu wählen ist, daß die rechnerische Bruchlast nicht vor Ablauf eines Zeitintervalls von 30 Sekunden erreicht wird. Die rechnerische Bruchlast ist mindestens 3 Sekunden zu halten. Erst dann ist in Laststufen von max. $\Delta j = 0,15$ bis zum Eintritt des Bruchs zu belasten, wobei hier jede Laststufe ebenfalls mindestens 3 Sekunden zu halten ist. Trägt das Bauteil die zuletzt aufgebrachte Laststufe mindestens 3 Sekunden lang, ohne daß ein Versagen auftritt, so gilt die Belastung dieser Stufe, andernfalls die der vorangegangenen Stufe, als versuchsmäßig nachgewiesene Tragfähigkeit.

In diesem Zusammenhang wird auf JAR 22.627 in Verbindung mit JAR 22.619 hingewiesen. Danach muß der Festigkeitsverband so gestaltet sein, daß möglichst keine Stellen mit gefährlichen Spannungskonzentrationen am Segelflugzeug vorhanden sind, von denen Ermüdungsbrüche ausgehen können. Dies bedeutet, daß durch Rechnung oder Messungen der zusätzliche Nachweis zu erbringen ist, daß im Bauteil keine Spannungsspitzen auftreten, die über der aus den Dauerversuchen als zulässig anerkannten Betriebsspannung liegen. Dieser Nachweis kann auch im Rahmen des statischen Belastungsversuches erbracht werden, wenn eine Sicherheit von $j = 1,15 \cdot 1,5 = 1,725$ erreicht wird.

Anmerkung:

Die Entscheidung, ob Belastungsversuche zum Nachweis der Lebensdauer oder lediglich ein statischer Belastungsversuch erforderlich sind, trifft jeweils das Luftfahrt-Bundesamt.

Abweichungen von o.a. Belastungsprogramm sind im Einvernehmen mit dem Luftfahrt-Bundesamt festzulegen.

Während der Lagerung ist das Bauteil zu warten, instandzuhalten und mindestens einmal jährlich nachzuprüfen. Über die Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten sowie über die Überprüfungen sind Aufzeichnungen zu führen.

Die an den Bauteilen nach zehnjähriger Lagerungsdauer durchzuführenden Belastungsversuche werden in jedem Einzelfall vom Luftfahrt-Bundesamt festgelegt. Dies gilt auch für Belastungsversuche an Probestücken, die den Versuchsteilen entnommen werden.

Anmerkung:

Im allgemeinen sind nur diejenigen Bauteile zur Ermittlung des Alterungs-Einflusses aufzubewahren und unter den v.g. Bedingungen zu lagern, die einem Belastungsversuch zum Nachweis der Lebensdauer unterworfen worden sind. In Zweifelsfällen entscheidet das Luftfahrt-Bundesamt. Für Probeteile an Laminaten und Sandwiches gilt dies sinngemäß.

3) Statischer Belastungsversuch

Die Versuche sind unter entsprechender Berücksichtigung der Grenztemperatur (z.B. 54°C für weiße Oberflächen) durchzuführen, wobei sicherzustellen ist, daß diese Temperatur gleichmäßig über die gesamte Struktur des Bauteils verteilt ist.

Das Bauteil ist zunächst bis zur sicheren Last ($j = 1,0$) zu belasten. Die Belastungsgeschwindigkeit ist so zu wählen, daß die sichere Last nicht vor Ablauf eines Zeitintervalls von 60 Sekunden erreicht wird. Nach Erreichen der sicheren Last ist zu entlasten und evtl. bleibende Deformationen sind zu ermitteln. Sodann ist wieder die sichere Last aufzubringen und 3 Sekunden zu halten und die

4) Rückgriff auf frühere Versuche

Nach Angaben der geltenden Bauvorschrift wird ein rein rechnerischer Festigkeitsnachweis nur dann anerkannt, wenn für die gewählte Bauweise aufgrund von Erfahrungen und Erkenntnissen aus Versuchen erwiesen ist, daß die benutzte Berechnungsmethode zuverlässige Ergebnisse liefert. Dies bedeutet, daß ein Rückgriff auf die Ergebnisse früherer Bauteilversuche nur dann gerechtfertigt ist, wenn die Eigenschaften der Werkstoff-Komponenten und Verbundstoffe, die Gestaltung, Konstruktionsmerkmale und Lastniveau des neuen Bauteils weitgehend mit den bereits untersuchten Bauteilen übereinstimmen. In Zweifelsfällen entscheidet das Luftfahrt-Bundesamt.

IV. Schlußbemerkung

Die sichere Lebensdauer des Segelflugzeugs oder Motorseglers ist vom anerkannten Entwicklungsbetrieb oder vom Konstrukteur in den Wartungsunterlagen festzulegen.

Interglas-Textil GmbH, 7900 Ulm (Donau) Söflinger Straße 246

Telefon (0731) 1841 Telex 712511

interglasgewebe

Datenblatt für Gewebe aus Aramidfaser¹⁾ und daraus hergestellter Lamine

Liste Nr. 92 Okt. 83

Qualität	US Handels-Bezeichnung	Gewicht g/m ² (± 5%)		Fadenzahl/cm	Kettmaterial	Schußmaterial	Dicke mm DIN 53855	Bindung	Reißkraft 4)		Faserquerschnitt mm ² 1 Lage/cm Breite		Biegefestigkeit EN 63 N/mm ²	Druckfestigkeit DIN 2997 1 N/mm ²	Zugfestigkeit EN 61 N/mm ²	E-Modul EN 61 KN/mm ²
		Nominal	²⁾		tex	tex			Kette	Schuß	Kette	Schuß				
98605 ²⁾	120	61	58	13,5 x 13,5	22	22	0,13	Leinwand	440	440	0,31	0,21	355	160	475	27
98607		110	106	13 x 13	42	42	0,24	Leinwand	880	880	0,32	0,32	260	160	530	23
98608 ²⁾		110	106	13 x 13	42	42	0,26	Köper 2/2	880	880	0,32	0,32	355	160	580	27
98610 ²⁾	181	170	163	20 x 20	42	42	0,35	Atlas 1/7	1200	1200	0,58	0,58	365	140	525	27
98611	281	170	163	6,5 x 6,5	128	128	0,35	Leinwand	1250	1200	0,57	0,57	360	150	530	27
98612 ²⁾		170	163	6,5 x 6,5	128	128	0,38	Köper 2/2	1250	1200	0,57	0,57	340	160	530	27
98613	285	170	163	6,5 x 6,5	128	128	0,38	Kreuzköper 1/3	1250	1200	0,57	0,57	340	150	530	27
98616 ²⁾		158	151	9 x 5,5	158	22	0,30	Leinwand	2250	200	0,98	0,083	450	200	980	53
98630	328	225	216	7 x 7	158	158	0,38	Leinwand	1600	1600	0,76	0,76	310	135	485	23
98631 ²⁾		225	216	7 x 7	158	158	0,40	Köper 2/2	1600	1600	0,76	0,76	340	170	555	27

¹⁾ z.B. Kevlar 49 Du Pont

²⁾ DIN 65427 Teil 2

³⁾ Die Flächengewichte gelten für das entschlichtete Gewebe nach Trocknung bei 110°C auf Gewichtskonstanz.

⁴⁾ N/cm Breite

(DIN 53857)

1 N = 0,102 kp

Standardbreite 100 cm.

Interglas-Textil GmbH 7900 Ulm/Donau Söflinger Straße 246
Telefon (0731) 1841 Telex 712511

interglasgewebe

Datenblatt für Gewebe aus Kohlefaser, Kohle-Glasfaser- und Kohle-Aramidfaser
und daraus hergestellter Lamine

Liste 90 Okt. 83

Qualität	Gewicht g/qm (±5)	Fadenzahl cm	Kettmaterial tex	Schußmaterial tex	Dicke cm DIN 53855	Bindung	Faserquerschnitt mm ² 1 Lage / cm Breite		Verhältnis der Faserfestigkeit		Verhältnis der Fasersteifigkeit		Dichte g/cm ³	Biegefestigkeit EN 63 N/mm ²	Druckfestigkeit DIN 29971 N/mm ²	Zugfestigkeit EN 61 N/mm ²	E-Modul EN 61 kN/mm ²
							Kette *	Schuß *	Kette *	Schuß *	Kette *	Schuß *					
98 110 (03 124)	93	7 x 7	Kohlefaser 66	Kohlefaser 66	0,12	Leinwand	0,26	0,26	1	1	1	1	1,75	610	445	565	47
98 310 (03 324)	112	5 x 5	Kohlefaser 200**	Aramid 49-22tex	0,12	Leinwand	0,57	0,05	10	1	20	1	1,73	1200	800	800	80
98 320 (03 340)	132	6 x 5	Kohlefaser 200**	Aramid 49-22tex	0,15	Leinwand	0,69	0,05	12	1	25	1	1,73	1300	800	800	85
98 330 (02 996)	150	5 x 7	Kohlefaser 200**	EC 9 - 68 Z	0,13	Leinwand	0,57	0,18	5	1	9,5	1	1,94	1100	660	900	75
98 340 (03 114)	170	6 x 7	Kohlefaser 200**	EC 9 - 68 Z	0,16	Leinwand	0,68	0,18	6	1	11,5	1	1,93	1100	660	900	75
98 130 (03 430)	163	4 x 4	Kohlefaser 200**	Kohlefaser 200**	0,20	Leinwand	0,46	0,46	1	1	1	1	1,75	630	450	490	45
98 131 (03 386)	163	4 x 4	Kohlefaser 200**	Kohlefaser 200**	0,20	Köper 2/2	0,46	0,46	1	1	1	1	1,75	700	500	540	47
98 136 (03 297)	185	4,6 x 4,6	Kohlefaser 200**	Kohlefaser 200**	0,25	Kreuzk. 1/3	0,54	0,54	1	1	1	1	1,75	700	500	540	47
98 350 (02 902)	190	6 x 6,8	EC 9 - 68 Z	Kohlefaser 200**	0,18	Leinwand	0,16	0,78	1	4,7	1	14,7	1,90				
98 140 (02 924)	200	5 x 5	Kohlefaser 200**	Kohlefaser 200**	0,25	Leinwand	0,57	0,57	1	1	1	1	1,75	650	425	485	47
98 141 (03 040)	200	5 x 5	Kohlefaser 200**	Kohlefaser 200**	0,30	Köper 2/2	0,57	0,57	1	1	1	1	1,75	700	500	540	47
98 355 (03 229)	200	3 x 3 3 x 3	Kohlefaser 200** Aramid 49-128tex	Kohlefaser 200** Aramid 49-128tex	0,30	Köper 2/2	0,34 0,26	0,34 0,26	1 1	1 1	1 1	1 1	1,62	455	220	420	40
98 150 (03 092)	245	6 x 6	Kohlefaser 200**	Kohlefaser 200**	0,30	Leinwand	0,68	0,68	1	1	1	1	1,75	515	250	420	44
98 151 (03 056)	245	6 x 6	Kohlefaser 200**	Kohlefaser 200**	0,35	Köper 2/2	0,69	0,69	1	1	1	1	1,75	700	500	540	47
98 166 (03 194)	365	9 x 9	Kohlefaser 200**	Kohlefaser 200**	0,55	Atlas 1/7	1,03	1,03	1	1	1	1	1,75	745	550	540	49

Alle Gewebe sind auch mit Markierungsfäden in Aramid 22 tex lieferbar.

** Fasertyp DIN 65184 CC 200/66 Faser-E-Modul 230 kN/mm²;

Faser-Zugfestigkeit 2400 N/mm².

Faservolumen 43 %.

Glasfilamentgewebe zur Kunststoffverstärkung (*DIN 61854)

Technische Daten und Laminatfestigkeiten ermittelt an Laminaten aus
Glasfilamentgeweben mit Finish I 550 und ungesättigtem Polyesterharz
Glasgehalt der Lamine: 43 Vol %

Liste Nr. 79 Januar 1985

Qualität	Flächen- gewicht g/m² (± 5 %) (DIN 53854)	Fadendichte je cm Kette/Schuß (± 5 %) (DIN 53853)	Kettmaterial tex (DIN 60850)	Schußmaterial tex (DIN 60850)	Dicke mm (DIN 53855)	Bindung (DIN 61854)	Reißkraft ¹⁾ N/cm Breite ² (DIN 53857)		Biegefestigkeit N/mm² (DIN 53452)		Zugfestigkeit N/mm² (DIN 53455)		Druckfestigkeit N/mm² (DIN 53454)	
							Kette	Schuß	Trocken	Naß ³⁾	Trocken	Naß ³⁾	Trocken	Naß ³⁾
91 100	72	16 × 16	EC 5 - 11 × 2 S	EC 7 - 22 Z	0,09	Leinwand	170	155	450	410	340	330	320	270
*90 070	80	12 × 11,5	EC 9 - 34 Z	EC 9 - 34 Z	0,10	Leinwand	170	160	520	470	400	390	440	380
91 106	108	24 × 24	EC 5 - 11 × 2 S	EC 5 - 11 × 2 S	0,11	Leinwand	250	240	450	410	340	330	320	270
91 111	105	24 × 23	EC 5 - 11 × 2 S	EC 5 - 11 × 2 S	0,16	Kreuzköper 1/3	250	240	520	470	370	370	400	350
91 110	105	24 × 23	EC 7 - 11 × 2 S	EC 7 - 22 Z	0,12	Kreuzköper 1/3	250	225	520	470	380	370	400	350
91 115	161	12 × 11,5	EC 9 - 34 × 2 S	EC 9 - 68 Z	0,20	Leinwand	330	320	430	390	320	310	320	270
*92 100	161	6 × 5,8	EC 9 - 136 Z	EC 9 - 136 Z	0,23	Leinwand	350	335	500	450	340	330	380	320
*92 105	163	12 × 11,5	EC 9 - 68 Z	EC 9 - 68 Z	0,17	Leinwand	335	320	450	410	320	310	320	270
*92 110	163	12 × 11,5	EC 9 - 68 Z	EC 9 - 68 Z	0,20	Köper 2/2	335	320	550	500	380	370	440	380
92 112	200	8 × 6,5	EC 9 - 136 Z	EC 9 - 136 Z	0,20	Leinwand	465	375	500	450	340	330	380	320
91 117	195	7 × 7	EC 9 - 68 × 2 S	EC 9 - 68 × 2 S	0,23	Leinwand	370	370	430	390	320	310	320	270
92 114	266	5 × 4,6	EC 9 - 68 × 4 t0	EC 9 - 272 Z	0,34	Leinwand	580	535	500	450	340	330	380	320
92 115	280	7 × 6,5	EC 9 - 68 × 3 t0	EC 9 - 204 Z	0,30	Leinwand	590	545	400	360	320	310	300	260
*92 125	280	7 × 6,5	EC 9 - 68 × 3 t0	EC 9 - 204 Z	0,40	Köper 2/2	590	545	550	500	380	360	440	380
*91 745	286	22 × 21	EC 7 - 22 × 3 S	EC 7 - 22 × 3 S	0,40	Atlas 1/7	680	650	520	470	350	340	400	350
91 945	296	22 × 21	EC 9 - 34 × 2 S	EC 9 - 34 × 2 S	0,40	Atlas 1/7	600	580	500	450	360	350	400	350
92 626	296	22 × 21	EC 6 - 68 Z	EC 6 - 68 Z	0,36	Atlas 1/7	680	650	550	500	400	390	440	380
91 150	320	6 × 5,4	EC 9 - 136 × 2 S	EC 9 - 136 × 2 S	0,35	Leinwand	650	585	430	390	320	310	320	270
92 150	345	6 × 5,3	EC 9 - 68 × 5 t0	EC 9 - 272 Z	0,40	Leinwand	840	615	450	410	340	330	320	270
92 130	395	6 × 6,7	EC 9 - 68 × 5 t0	EC 9 - 272 Z	0,40	Leinwand	840	775	400	360	300	290	300	260
*92 140	390	6 × 6,7	EC 9 - 68 × 5 t0	EC 9 - 272 Z	0,45	Köper 2/2	840	775	550	500	380	360	440	380
*92 151	445	6 × 8,5	EC 9 - 68 × 5 t0	EC 9 - 272 Z	0,95	Scheindreher	840	985	360	330	280	270	300	260
Kettverstärkte (unidirektionale) Gewebe														
*91 125	177	22 × 12	EC 9 - 34 × 2 S	EC 5 - 11 × 2 S	0,23	Kreuzköper 1/3	600	125	770	700	500	500	670	570
*92 145	220	6 × 7	EC 9 - 68 × 5 t0	EC 7 - 22 Z	0,26	Leinwand	840	100	900	820	900	900	700	600
*91 135	288	19 × 12	EC 9 - 68 × 2 S	EC 5 - 11 × 2 S	0,33	Kreuzköper 1/3	1000	125	750	680	750	750	670	570
92 148	286	19 × 12	EC 9 - 136 Z	EC 7 - 22 Z	0,33	Kreuzköper 1/3	1100	115	750	680	900	900	670	570
92 146	425	5,5 × 6,3	EC 9 - 136 × 5 t0	EC 9 - 68 Z	0,47	Leinwand	1600	175	900	820	900	900	670	570

¹⁾ gilt für Rohgewebe

²⁾ N = 0,102 kp

³⁾ Die Naßfestigkeit wurde nach 2 Stunden Kochen in destilliertem Wasser an unversiegelten Prüfkörpern geprüft. Die Proben wurden nicht getrocknet.

⁴⁾ Dieses Gewebe ist zur Herstellung von Prepregs ungeeignet.

Laminatdicke [mm]

einer Gewebelage bei verschiedenem Glasgehalt
 $S_H = 1,22 \text{ g/cm}^2$

Liste 33/36 August 1983

Glasfilamentgewebe

Glasrovinggewebe

Glasfilamentgewebe									Glasgewebe								
Qualität	Flächen- gewicht g/qm (± 5%) (DIN 53854)	Glasgehalt Gewichts-Prozent							Qualität	Flächen- gewicht g/m² (± 5%) (DIN 53854)	Glasgehalt Gewichts-Prozent						
		45	50	55	60	65	70	75			45	50	55	60	65	70	75
		Volumen-Prozent									Volumen-Prozent						
		27	30	35	41	47	52	59			27	30	35	41	47	52	59
91100	72	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	92155	580	0,81	0,71	0,62	0,55	0,49	0,44	0,39
90070	80	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	92156	580	0,81	0,71	0,62	0,55	0,49	0,44	0,39
91106	108	0,15	0,13	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	92157	380	0,53	0,46	0,41	0,36	0,32	0,29	0,26
91111	105	0,15	0,13	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07									
91110	105	0,15	0,13	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07									
91115	161	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	92160	540	0,76	0,66	0,58	0,51	0,45	0,41	0,36
92100	161	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11									
92105	163	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11									
92110	163	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	92162	500	0,70	0,61	0,54	0,48	0,42	0,38	0,34
92114	266	0,37	0,32	0,29	0,25	0,22	0,20	0,18									
92115	280	0,39	0,34	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19	92165	560	0,78	0,68	0,60	0,53	0,47	0,42	0,38
92125	280	0,39	0,34	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19									
91745	286	0,41	0,36	0,31	0,28	0,24	0,22	0,20	92170	690	0,97	0,84	0,74	0,66	0,58	0,52	0,46
91945	296	0,41	0,36	0,31	0,28	0,24	0,22	0,20									
92626	296	0,41	0,35	0,31	0,28	0,24	0,22	0,19									
92150	345	0,48	0,42	0,37	0,33	0,29	0,26	0,23	92171	690	0,97	0,84	0,74	0,66	0,58	0,52	0,46
92130	395	0,55	0,48	0,42	0,37	0,33	0,29	0,26									
92140	390	0,55	0,48	0,42	0,37	0,33	0,29	0,26	92175	770	1,08	0,94	0,82	0,73	0,65	0,58	0,52
92151	445	0,62	0,54	0,48	0,42	0,37	0,33	0,30									
91125	177	0,25	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	92185	900	1,26	1,10	0,96	0,86	0,76	0,68	0,60
92145	220	0,31	0,27	0,23	0,21	0,18	0,17	0,15									
91135	288	0,40	0,35	0,31	0,27	0,24	0,21	0,19	92195	830	1,16	1,01	0,89	0,79	0,70	0,62	0,56
92148	286	0,40	0,35	0,31	0,28	0,24	0,21	0,19									
92146	425	0,61	0,53	0,46	0,41	0,36	0,33	0,29									

Formel für die Dicken-Berechnung: $d = G \left(0,0004 + \frac{(100 - x)}{x \cdot S_H \cdot 1000} \right)$

d — Dicke [mm]
G — Flächengewicht des Gewebes [g/m²]
x — Glasgehalt des Laminates [Gew %]
S_H — Spezifisches Gewicht der Harzmasse [g/cm³]

Liste Nr. 72 Okt. 83
 List No. 72 Oct. 83

Qualität Style Qualité	Gewicht Weight Poids g/m ² (± 5%)	Fadenzahl/cm Construction per cm Nombre fils/cm	Kettmaterial Yarn in Warp Matière Chaîne tex	Schußmaterial Yarn in Fill Matière Trame tex	Dicke Thickness Epaisseur mm DIN 53 855	Bindung Weave Armure	Reißkraft ²⁾ Tensile Strength Résistance mécanique	
							Kette Warp Chaîne	Schuß Fill Trame
98 655	285	12 x 12	110	110	0,5	Leinwand Plain Toile	2300	2300
98 660	470	6,5 x 6,5	170 x 2 to	170 x 2 to	0,75	Leinwand Plain Toile	3800	3800

¹⁾ z. B. Kevlar 29® Du Pont

Standardbreite 100 cm.
 Die Flächengewichte gelten für das entschlichtete Gewebe.

Standard width 100 cm.
 The weights are valid for the desized fabrics.

Largeur standard: 100 cm.
 Les poids sont valables pour des tissus désensimés.

²⁾ N/cm Breite
 N/cm width
 N/cm largeur
 (DIN 53 857)
 1 N = 0,102 kp

Inte. Glasgewebe

Abreißgewebe / Peelply

Die Anwendung von Abreißgewebe erübrigt in vielen Fällen das Anschleifen und Aufrauen von Klebeflächen. Abreißgewebe werden als erste und oder letzte Schicht in das Laminat eingebracht und erst kurz vor dem Verkleben des ausgehärteten Laminats mit anderen Teilen abgeschält. Damit dies nicht vergessen werden kann, haben die mit ¹⁾ bezeichneten Gewebe einen Kennfaden in Schußrichtung. Abreißgewebe sind frei von Trennmitteln oder anderen die Klebung störende Substanzen. Sie können auch als Schutzschicht auf dem Laminat bleiben, bis dieses z. B. mit weiteren Laminatsschichten in Verbindung gebracht oder lackiert wird.

Liste Nr. 74 Okt. 83

Qualität	Flächen- gewicht g/qm	Fadenzahl		Faserart	Kette dtex	Schuß dtex	Rauhigkeit der Lami- natsfläche	Dicke mm	Bindung	Reißkraft ³⁾		Preis DM/qm
		Kette F/cm	Schuß F/cm							Kette N/cm	Schuß N/cm	
98 685 ¹⁾	95	19	19	Polyamid	235/34/0	235/36/0	mittel	0,18	Leinwand	28	28	4,-
98 690 ¹⁾	63	38	29	Polyamid	78/34/200	110/32/0	gering	0,13	Leinwand	10	12	4,-
98 695 ²⁾	110	85	42	Polyester	76/24/350Z	76/24/350Z	sehr gering	0,18	Satin	28	14	6,10

¹⁾ Gewebe sind mit Kennfaden versehen.

Achtung:

Dieser Kennfaden kann u. U. zu Verfärbungen des Laminats durch Farbausschwemmung führen, deshalb empfehlen wir dringend Versuche unter Einsatzbedingungen.

- ²⁾ Gewebe für Prepregs, die bei hohen Temperaturen gehärtet werden. Polyester schrumpft weniger als Polyamid.
- ³⁾ Im Lieferzustand, die Reißkraft kann durch Lösungsmittel (z. B. Prepreg) und lange Einwirkung hoher Temperaturen während der Laminatshärtung stark abnehmen. (Versuche, ob Reißkraft > Schälkraft empfehlen wir durchzuführen.)

+ 20% Schneidezuschlag bis 10 cm Bänderbreite
+ 10% Schneidezuschlag ab 10 cm Bänderbreite

Kapitel 23

Reparaturmöglichkeiten am Flugwerk (Holz und Kunststoff)

1 Allgemeines, Ausführung

Alle anzuwendenden *Arbeitstechniken* für die Reparaturausführung an Flugwerken in der Holzbauweise sind in Band 1, Kapitel 15 Arbeitsverfahren an Holz beschrieben.

Eine Reihe von *Anwendungsbeispielen für die Instandsetzung von Schäden an Bauteilen in der Holzbauweise* sind beschrieben und dargestellt in der Deutschen Übersetzung der

US-Vorschriften FAA AC 43.13-1 A

„Aircraft Inspection and Repair“,

herausgegeben im Auftrag des Bundesministers für Verkehr vom Luftfahrt-Bundesamt. Dieses Werk ist erschienen im Verlag TÜV Rheinland GmbH, Köln, und von dort zu beziehen.

Es wird verwiesen auf

Kapitel 1 „Zellen in Holzbauweise“,

Abschnitt 1 „Material und Verfahrensweisen“, Seiten 15...36

Abschnitt 2 „Fertigstellung von Zellen in Holzbauweise“, Seiten 37...38

Kapitel 3 „Stoffbespannung“

Abschnitt 1 „Vorbereitungs- und Arbeitsverfahren“, Seiten 89...98

Abschnitt 2 „Imprägnierung“, Seiten 99...101

Abschnitt 3 „Instandsetzung der Stoffbespannung“, Seiten 102...103

Zu beachten ist bei Anwendung dieser US-Unterlagen, daß die dort angegebenen Schäftverhältnisse nicht praxistgerecht sind, bzw. noch zusätzliche überlappende Verstärkungen erfordern. Holzverbindungen, als Schäftungen ausgeführt, sind deshalb unbedingt mit den im Luftfahrtnormblatt LN 9008 „Holzschäftungen“ angegebenen Schäftlängen auszuführen.

Kiefer niedriger Festigkeit 6.1000 Sperrholz Bu 6.1011 Sperrholz Bi 6.1013	Kiefer mittlerer Festigkeit 6.1001 Kiefer hoher Festigkeit 6.1002	Bu-Schichtholz TBu 7, PhBu 6.1007 Bu-Schichtholz TBu 20, PhBu 20 6.1020
Schäftlänge 15.s	Schäftlänge 20.s	Schäftlänge 25.s

Diese Schäftverhältnisse sind Mindestwerte, die wohl über-, jedoch nicht unterschritten werden dürfen. Schäftungen, die entsprechend LN 9008 mit den o. a. Längen fachgerecht ausgeführt werden, benötigen keine weiteren „Verstärkungen“.

2 Prüfung von Reparaturen

Nach der Prüfordnung für Luftfahrtgerät ist nach der Ausführung von „großen Reparaturen“ die Lufttüchtigkeit des Luftfahrzeuges festzustellen. Die dazu erforderlichen Prüfungen erfolgen bei, d. h. während der Ausführung der Reparaturen.

Da jede Reparatur, abhängig von Art, Umfang, Muster, betroffene Bauteile usw., anders geartet ist, kann es keine allgemeingültige Anweisung für Reparaturprüfungen geben. Im Allgemeinen sind nachstehende Prüfstationen einzuhalten:

- Erstellung eines Befundberichtes, in dem Art und Umfang der Beschädigung genau festgehalten sind. Gegebenenfalls sind in dem Befundbericht bereits Hinweise für die Reparaturausführung aufzunehmen, wie z. B.: „Beschlag durch WIG-Schweißen instandsetzen“ oder „Beschlag durch Neuteil ersetzen“ oder „Für Leimungen ist der Leim . . . zu verwenden“ oder „Vor dem Verleimen an . . . (Bauteil) anpassen“. „Vor Verleimen . . . Besichtigung durch Prüfer . . .“ usw.
- Vor Beginn der Reparaturen ist zu prüfen, ob die Voraussetzungen dazu gegeben sind, insbesondere Eignung der Werkstatt (Raumtemperatur beim Leimen . . .), Qualifikation und Erfahrungen des einzusetzenden Personals, Vorhandensein von Zeichnungen und Reparaturanweisungen soweit erforderlich.
- Prüfung der Eignung der für die Reparatur vorgesehenen Werkstoffe, deren bisherige Lagerung.
- Prüfen des Einhaltens von Maßen für Leistenquerschnitte, Sperrholzstärken, Abstände, Bohrungsdurchmesser und -abstände für Beschlagsmontagen usw.
- Prüfen der richtigen Lage von Faserrichtungen und Jahresringen bei Schnittholz und der Faserrichtungen von Sperrholz.
- Prüfen der Lage von Schäftungen (Beanspruchung auf Scherung in Richtung der Schäftebene).
- Prüfen aller Verleimungen.
- Prüfen aller innenliegenden Teile von Hohlkörpern (Kastenholme, Flügelnasen . . .) vor dem Verleimen der abschließenden Beplankungsfelder, auch auf Innenkonservierung.
- Prüfen des Vorhandenseins und der richtigen Anordnung von Belüftungs- und Entwässerungsbohrungen.

- Prüfen des Freigehens aller beweglichen Teile sowie des vollen Weges an Rudern, Ruderhebeln, Stoßstangen, Seilen, Spannschlössern, schwenkbaren Seilrollen usw.
- Rohbauprüfung einschl. Vermessen aller Einstellwinkel, V-Stellungen, Pfeilungen, Diagonalmaße (Stellung von Trag- und Leitwerken zu Längs-, Quer- und Hochachse), Ruder- und Klappenausschläge.
- Richtiger Einbau, Anschluß und Befestigung von Schläuchen und Rohren des statischen und des Gesamtdrucksystemes, von Leitungen des elektrischen Bordnetzes und Antennenleitungen, Kraftstoff-, Öl- und Hydraulikleitungen, Teile der Ausrüstung, soweit im Rohbaustadium möglich und zweckmäßig.
- Fertigprüfung einschließlich Wägung und Schwerpunktmittlung sowie Prüfung der Restmomente der Ruder, für die Festlegungen bestehen; ggf. Korrektur der Massenausgleichsgewichte.
- Funktionsprüfungen am Boden und Prüfflug.

In jedem Falle sind die einzelnen Prüfstationen mit den Ausführenden jeweils rechtzeitig vorher festzulegen.

3 Kunststoffbauweise

3.1 Allgemeines

Voraussetzung für die Ausführung von GFK-Reparaturen ist das Vorhandensein einer ausreichend großen Werkstatt, die sauber und staubfrei sowie zugfrei belüftbar ist. Die Raumheizung muß eine gleichmäßige Temperaturhaltung von 20 °C über 24 Stunden ermöglichen, die relative Luftfeuchte muß dabei $\leq 50\%$ bleiben. Zur Überwachung dieser Werte sind an typischen Stellen Thermometer und Hygrometer aufzuhängen. Bei Reparaturen an Bauteilen mit warm- oder heißhärtenden Harztypen müssen die benötigten Wärmeöfen zur Verfügung stehen, diese müssen eine Regeltgenauigkeit von $\pm 3\text{ °C}$ besitzen.

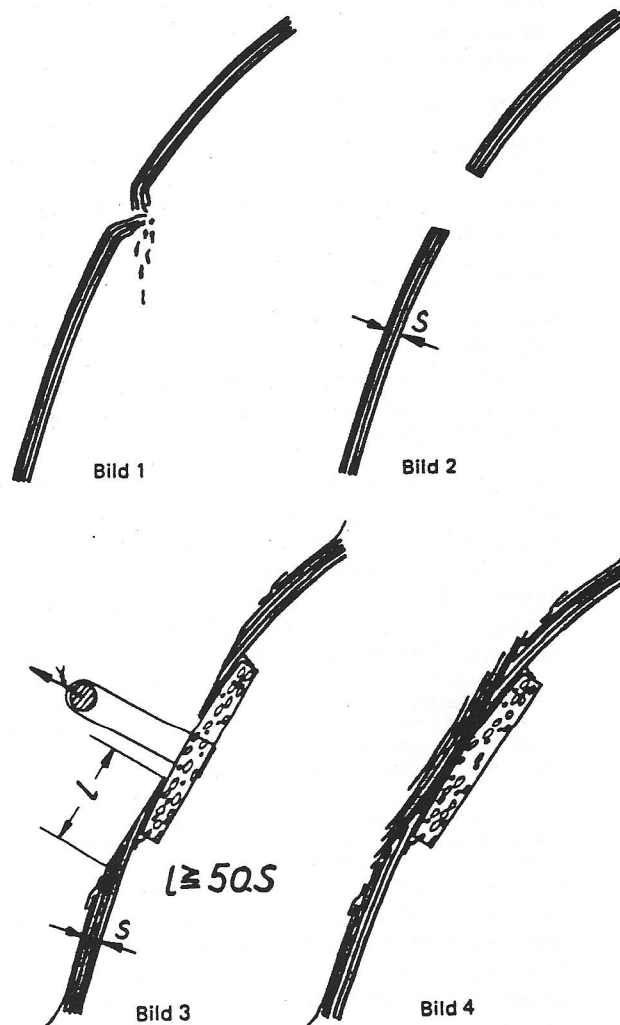
Für die Harz-Härtermischungen müssen Waagen oder Dosiereinrichtungen vorhanden sein, die eine Genauigkeit von $\pm 1,5\%$ ermöglichen. Werden Harz und Härter abgewogen, so dürfen wegen des Einflusses der Ablesungenauigkeit bei kleinen Mengen keine geringeren Mengen als 50 g Harz (plus zugehörigen Härter) angesetzt werden, auch dann nicht, wenn voraussichtlich nur z. B. 20 g Harz benötigt werden. Dosiereinrichtungen, die nach Volumenanteilen zumessen, sind von Zeit zu Zeit auf die Einhaltung der vom Harzhersteller angegebenen Gewichts-% zu prüfen, – insbesondere Viskositätsänderungen einer Komponente können Veränderungen im Harz-Härter-Verhältnis verursachen.

Weitere Hinweise zu Arbeitstechniken usw. siehe Band 1, Kapitel 16 Arbeitsverfahren an Kunststoffen einschließlich Klebeverbindungen.

Bei größeren Schäden muß die Reparaturanweisung des Herstellers, mindestens der Laminat-Lagenplan, vorliegen. Bei kleineren Beschädigungen von GFK-Teilen können Art des Gewebes, Lagenzahl und Fadenrichtung durch Ausbrennen eines aus dem Schadensbereich herausgeschnittenen Laminatstückes festgestellt werden. Da Glasseidengewebe unbrennbar ist, können die Lagen nach dem Ausbrennen zerlegt und bestimmt werden.

3.2 Reparaturen an Laminaten

Lose hängende, ausgebrochene Laminatteile müssen herausgeschnitten werden. Danach ist u. U. mit Hilfe von Spiegeln und Lampen festzustellen, wie weit das Laminat angerissen, angebrochen (weißgebrochen) ist. Rings um die Beschädigung ist das Laminat in einer Breite, die einem Schäftverhältnis von mindestens 1 : 50 entspricht, auszuschäften. Besser noch ist es, die Gewebelagen nach ihrem Flächengewicht (g/m^2) zu bestimmen, für je 100 g/m^2 5 mm Schäftbreite, mindestens jedoch 15 mm für jede Lage, festzulegen und danach die Schäftbreite auszuführen. Das Ausschleifen der Schäftung kann mit einer Hand- oder Winkelbohrmaschine mit



Schleifteller oder von Hand mit einem Schleifklotz, Körnung 60...80 erfolgen. Dabei werden die Lagen des Laminates wie Höhenschichtlinien sichtbar, diese Linien müssen in gleichmäßigem Abstand konzentrisch um das Loch herumlaufen. Zum Schutz der Oberfläche des Bauteils vor abtropfendem Harz und Kratzern kann rings um die Reparaturstelle mit Folie oder Papier abgedeckt werden. Ist das Loch im Zentrum des Schadens größer als etwa 15 mm ϕ , muß zunächst von innen eine Auflage aus Styropor oder 0,8 mm Sperrholz eingeklebt werden, damit das einzulaminierende Gewebe nicht im Bogen durchhängt. Wenn die Reparaturstelle von innen nicht zugänglich ist, muß das Loch länglich erweitert werden, um die Auflage hindurchstecken zu können; sie kann mit einem durchgezogenen Band, Faden oder Sicherungsdraht gegen die Innenseite gezogen und geharzt werden und verbleibt dort nach der Reparatur. Die erforderlichen Gewebelagen werden dann, nach Bild 4 kleiner werdend, zugeschnitten und unter Beachtung der Fadenrichtung luftblasenfrei einlaminiert. Nach dem Aushärten wird die Außenseite verschliffen, – nur die Ränder der einlaminierten Gewebelagen anschleifen! Das Tempern der Reparaturstelle erfolgt zweckmäßigerweise vor dem Lackieren. Verbleibende Unebenheiten werden mit weißem Polyester-Spachtel ausgeglichen. Danach den gesamten Reparaturbereich mit Schleifpapier 150, trocken, schleifen. Der Lackauftrag (2-Komponentenlack) erfolgt in 3...4 Schichten, jeweils mit 320er Papier naß zwischenschleifen, bis das Laminat nicht mehr durchscheint. Zum Schluß mit 600er oder 800er Papier naß feinschleifen, polieren.

3.3 Reparaturen an Sandwichteilen

Kleinere Schäden, bei denen nur das Außenlaminat und evtl. ein Teil des Stützstoffes beschädigt waren, werden im wesentlichen wie unter 3.2 beschrieben, repariert, nachdem der Stützstoff mit hochgefüllter Leichtspachtelmasse (Microballoons, Microspheres, Q-Cel...) aufgefüllt und mit dem entsprechenden Untermaß der Außenlaminatdicke geschliffen wurde. Vorher muß absolut sicher gestellt sein, daß die Verbindung zwischen dem Stützstoff und Innenlaminat noch im gesamten Bereich völlig intakt ist und daß das Innenlaminat keine Brüche (Weißbrüche) aufweist. Dieses ist durch sorgfältiges Abdrücken und/oder Ausleuchten von der Innenseite

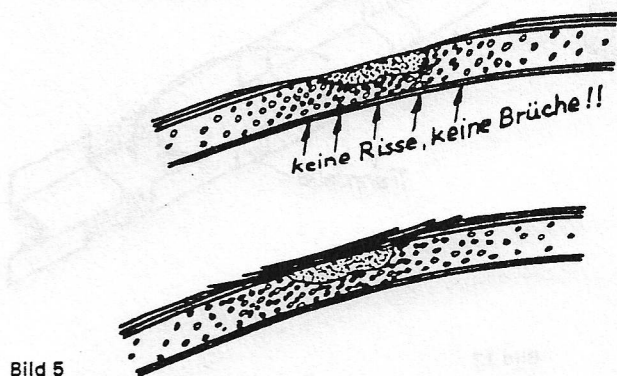


Bild 5

festzustellen. Werden Risse, Brüche oder Ablösungen des Innenlaminates vom Stützstoff festgestellt, sind die Schadstellen weit genug herauszuschneiden und es ist nach der Beschreibung zu Bild 6 zu verfahren.

Bei Schäden nach Bild 6 ist zunächst der Bruchbereich soweit auszuschneiden, daß alle beschädigten und nicht mehr miteinander verbundenen Teile wegfallen. Da-

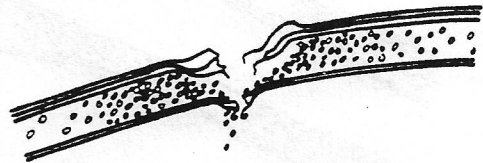


Bild 6

bei sind die Ausschnitte im Außen- und Innenlaminat sowie im Stützstoff nicht rechteckig, winklig, sondern rund, länglichrund oder jedenfalls mit weit gerundeten Ecken auszuführen, damit keine Kerbstellen eingebaut werden. Das Innenlaminat muß soweit vom Stützstoff befreit werden, daß eine Überlappungsbreite („L“ in Bild 7) von 20 mm entsteht.

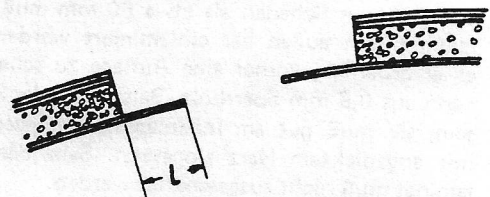


Bild 7

Wenn jedoch die Innenseite zugänglich ist, kann die Reparatur nach Bild 8 in 3 Arbeitsgängen ausgeführt werden:

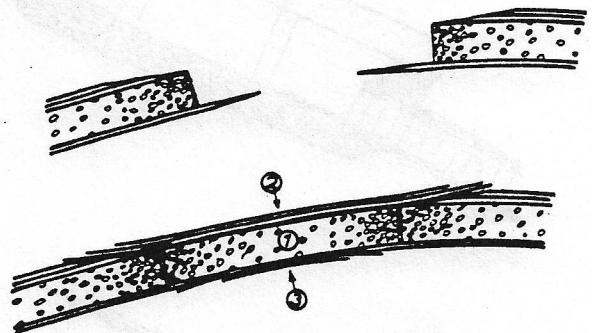


Bild 8

1. Stützstoff, Waben oder Hartschaum mit verdicktem Harz stumpf einsetzen. Balsaholz-Stützstoff muß in Faserrichtung 1 : 4 geschäftet werden, quer zur Faser wird auch stumpf gestoßen.
2. Oberflächen des Stützstoffes innen und außen verschleifen, Außenlaminat auflaminieren.
3. Bauteile umdrehen, damit nicht von unten nach oben gearbeitet werden muß, und Innenlaminat laminieren. Ist die Innenseite des Sandwich nicht zugänglich, kann bei einer Größe der Reparaturstelle bis etwa 60 mm ϕ das Innenlaminat unter den vorbereiteten und eingepaßten Stützstoff laminiert werden und dieser wird „naß“

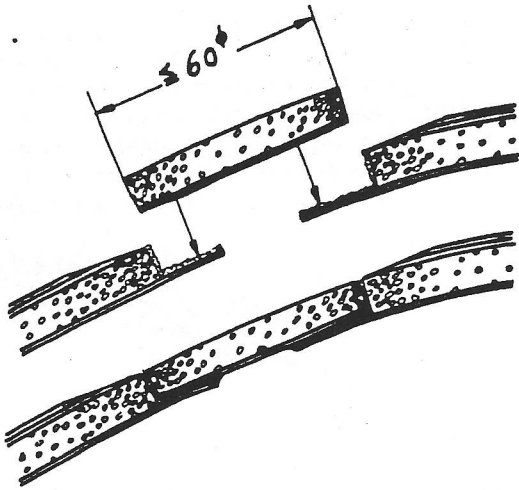


Bild 9

eingesetzt. Das Innenlaminat muß nicht ausgeschäftet werden, es drückt federnd gegen das neue Laminat unter dem Stützstoff. Es darf nur nicht so stark gedrückt werden, daß sich das alte Innenlaminat unten vom Stützstoff ablöst.

Bei größeren Schäden als etwa 60 mm muß das Innenlaminat von außen her einlaminiert werden. Dazu ist es erforderlich, vorher eine Auflage zu schaffen. Diese kann aus 0,8 mm Sperrholz, Balsaholz oder Hartschaum sein, sie muß gut am Innenlaminat anliegen und wird mit angedicktem Harz eingesetzt. Sehr dünnes Innenlaminat muß nicht ausgeschäftet werden.

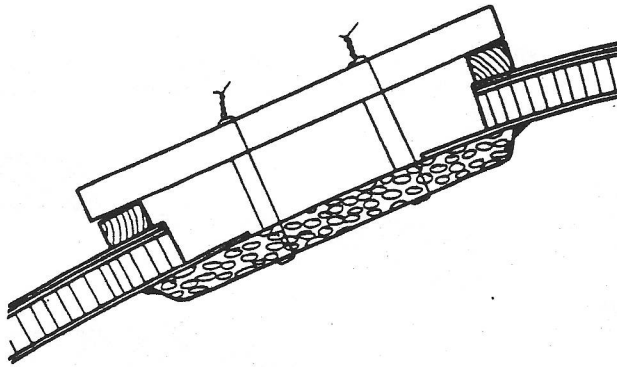


Bild 10

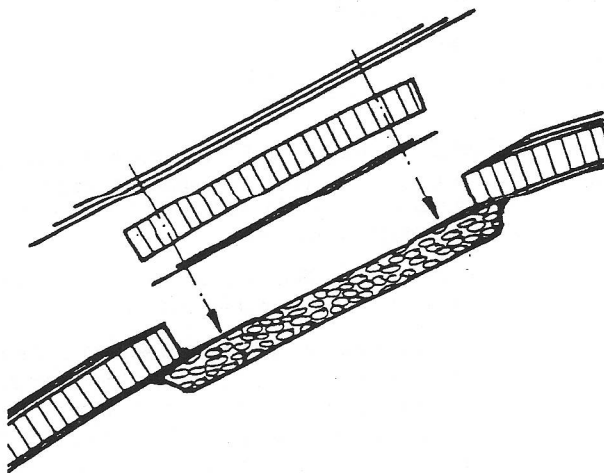


Bild 11

Das neue Innenlaminat und der Stützstoff können im gleichen Arbeitsgang eingebracht werden. Entsprechend dem Konturverlauf des Sandwichteiles ist gegebenenfalls der Stützstoff vorzubiegen oder aus einem dickerem Stück so herauszuarbeiten, daß er spannungsfrei eingesetzt werden kann.

Bei sehr großflächigen Schäden an Sandwichteilen wird es meist zweckmäßig sein, ein entsprechendes Schalenteil in reichlicher Größe vom Hersteller des Luftfahrzeuges als Ersatzteil zu beziehen und dieses dann einzupassen. Evtl. kann auch von einem unbeschädigten Bereich mit gleicher Kontur ein Negativ abgenommen werden, in das ein Sandwichteil eingeformt wird.

Besondere Sorgfalt ist bei der *Reparatur von Radomen* anzuwenden. Geht die Reparatur über das Beheben von leichten Oberflächenschäden hinaus, ist der Radome unbedingt in demontiertem Zustand instandzusetzen, so daß auch die Innenseite einwandfrei zugänglich ist. Stützstoffe sind in allen Fällen, auch wenn sie nur teilweise beschädigt, eingedrückt, sind herauszunehmen und durch Original-Stützstoffe zu ersetzen. Innen- und Außenlamine sind mit größter Sorgfalt so auszuführen, daß an den Reparaturstellen keine meßbaren Aufdickungen eintreten. Jede Unstetigkeit an Laminaten oder im Stützstoff kann die Durchlässigkeit für die Mikrowellen beeinträchtigen oder Ablenkungen hervorrufen, so daß später auf dem Radarbild Fehlanzeigen oder „Geisterbilder“ entstehen. Besondere Aufmerksamkeit ist dem möglichen Eindringen von Feuchtigkeit, Öl oder Staub in den Stützstoff zu widmen, zwischen alle Arbeitsgänge sind jeweils Reinigungs- und Trocknungsmaßnahmen einzuschalten.

3.4 Reparaturen an Stringern und Holmen

Stringer oder Feldversteifungen werden häufig als Hutprofile ausgeführt. Kleinere Schäden daran werden nach dem Anschleifen der Oberfläche einfach mit dem entsprechenden Glasseidengewebe überlaminiert, Löcher können mit leichtem Hartschaum gefüllt werden, um das Einfallen der nassen Gewebe zu verhindern. Für größere Schäden kann nach Bild 12 ein „Ersatzteil“

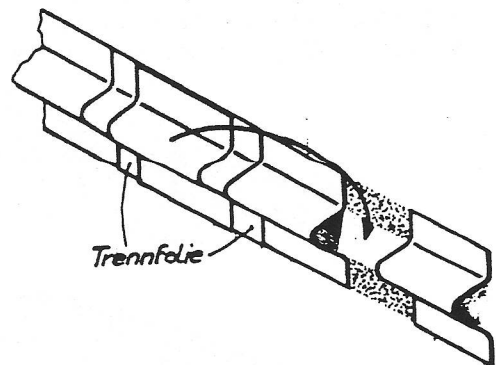


Bild 12

auf einem unbeschädigten Stück abgeformt werden, welches dann überlappend auf die Bruchstelle geharzt wird.

Holme in Trag- und Leitwerken sind aus Rovings und/oder Unidirektionalgewebe in der unterschiedlichsten Weise, z. T. mit ihren Gurten in Sandwichteile integriert, aufgebaut. Eine Reparatur kann nur nach einer für den Einzelfall vom Hersteller erstellten Reparaturanweisung – wenn überhaupt – erfolgen.

- Prüfen des elektrischen Verhaltens von Radomen im ausgebauten Zustand, Funktionsprüfung nach dem Wiedereinbau am Boden und im Fluge.

3.5 Reparaturen an Krafteinleitungspunkten

Für Schäden an dem Rumpf-Tragwerks- und -Leitwerks-Anschlußpunkten, wo sehr große Kräfte weiterzuleiten sind, gilt dasselbe wie für Holme. Ohne exakte Musterkenntnis sind Reparaturen nicht auszuführen, es ist in jedem Falle die Reparaturanweisung des Herstellers einzuholen.

Reparaturen an anderen Krafteinleitungen siehe Band 1, Kapitel 16 Arbeitsverfahren an Kunststoffen einschl. Klebeverbindungen.

3.6 Reparaturen an glasartigen Kunststoffen

Acrylglas PMMA und AMMA sind in Band 1, Kapitel 16 Arbeitsverfahren an Kunststoffen einschl. Klebeverbindungen beschrieben.

3.7 Prüfung von Reparaturen der Kunststoffbauweise

Es gelten die für die Holz- und Gemischtbauweise angeführten Prüfstationen, siehe unter 2.2. Dazu sind, entsprechend den Eigenheiten der Kunststoffbauweise nachstehende weitere Prüfstationen einzuhalten:

- Prüfung der Lagerung der Harze und der Glasseidenwerkstoffe; insbesondere Harze auf mögliche Überlagerung (Herstellungsdatum, zulässige Lagerzeit) und Glasseidenwerkstoffe auf Beschädigungen, Verschmutzungen, Trockenheit, Lagertemperatur für Prepregs.
- Prüfen der Genauigkeit von Dosiereinrichtungen für die Harz-Härter-Zumessung.
- Prüfen von Temperatur und Feuchte der Werkstatt während der Verarbeitung.
- Prüfen der Harzproben, deren Aushärtung und der Eintragungen in die Harzkladde (Arbeitsprotokoll).
- Prüfen der ausgeführten Arbeiten nach eingelegtem Gewebe, – Art, -Fadenrichtung, Überlappungslängen, luftblasenfreies Laminieren, völligem Aushärten der Harze.
- Prüfen des Einhaltens der vorgeschriebenen Temperaturen und Dauer für das Aushärten warm- und heißhärtender Harze sowie für das Tempern kalt-härtender Harze.
- Prüfen des farblichen Deckens aller außenliegenden Lamine soweit möglich in Weiß.

ZUSAMMENBAU DER LAUT LBA DERZEIT FÜR DEN SEGELFLUGZEUGBAU GÜLTIGEN UNTERLAGEN (STAND APRIL 1983)

NORMEN:

NORMBLATT-NR.	TITEL	INHALT
LN29936 BLATT 1	VERSTÄRKT KUNSTSTOFFE; ALLGEMEINES, EINFÜHRUNG, ÜBERSICHT	BEGRIFFE, VERARBEITUNGSHINWEISE, HINWEISE FÜR DIE ANWENDUNG VON GFK-STRUKTUREN
LN29936 BLATT 2	—; WERKSTOFFE FÜR GLASFASERVERSTÄRKT KUNSTSTOFFE	EIGENSCHAFTEN DER HARZMASSEN, FORMSTOFFE UND VERSTÄRKUNGSTOFFE, AUSWAHL VON GLASFASERVERSTÄRKUNGEN
LN29936 BLATT 3	—; VERARBEITUNGSVERFAHREN, ANWENDUNG VON TRENNMITTEL BEI FORMWERKZEUGEN	MÖGLICHE VERARBEITUNGSVERFAHREN, EINFLUSSGRÖSSEN AUF WERKSTOFFE
LN29936 BLATT 4	—; KONSTRUKTIVE GRUNDLAGEN FÜR TEILE AUS GLASFASERVERSTÄRKTEN KUNSTSTOFFEN	REGELN FÜR DIE GESTALTUNG VON TEILEN AUS GFK UND IN SANDWICHBAUWEISE
LN29936 BLATT 4 BEIBLATT	—; BERECHNUNG DER WERKSTOFFEIGENSCHAFTEN FÜR TEILE AUS GLASFASERVERSTÄRKTEN KUNSTSTOFFEN	STATISCHES LANGZEITVERHALTEN, DYNAMISCHE BEANSPRUCHUNG, DAUERFESTIGKEITSVERHALTEN, BRUCHVERHALTEN, KENNWERTE VON GFK
LN29936 BLATT 5	—; MUSTERPRÜFUNG UND GÜTESICHERUNG	ENTWICKLUNGSVERSUCHE, SERIENFERTIGUNG UND ÜBERWACHUNG VON GFK - TEILEN
LN29936 BLATT 6	—; EINFLUSS DER HÄRTUNGSBEDINGUNGEN VON EP-HARZMASSEN AUF DIE EIGENSCHAFTEN DES FORMSTOFFES	EINFLUSS DES HÄRTERS AUF DIELEKTRISCHES, MECHANISCHES, THERMISCHES VERHALTEN, AUF DIE THERMISCHE ALTERUNGSBESTÄNDIGKEIT, CHEMIKALIENBESTÄNDIGKEIT, AUF DIE VERARBEITUNGSEIGENSCHAFTEN
LN29936 BLATT 7	—; EROSIONSV ERHALTEN VON FASERVERSTÄRKTEN FORMSTOFFEN	PRÜFVERFAHREN; REGEN-EROSIONSUNTERSUCHUNGEN AN FASERVERSTÄRKTEN KUNSTSTOFFEN

RICHTLINIEN: (LBA, ABT. TECHNIK-I/3)

VORLÄUFIGE RICHTLINIEN ZUR FÜHRUNG DES FESTIGKEITSNACHWEISES FÜR BAUTEILE AUS GLASFASER- UND KOHLENSTOFFASERVERSTÄRKTEN KUNSTSTOFFEN VON SEGELFLUGZEUGEN UND MOTORSEGLERN (AUSG. JAN. 1981)

VORLÄUFIGE RICHTLINIEN ZUR FÜHRUNG DES FESTIGKEITSNACHWEISES FÜR BAUTEILE AUS SYNTHETIKFASERVERSTÄRKTEN KUNSTSTOFFEN VON SEGELFLUGZEUGEN UND MOTORSEGLERN (AUSG. OKTOBER 1980)

ZUSAMMENFASSUNG VON EINIGEN ZUSÄTZLICH BEACHTENSWERTEN NORMEN FÜR DEN SEGELFLUGZEUGBAU

NORMBLATT-NR.	TITEL	INHALT
LN29505	TEILE AUS FASERVERSTÄRKTEN FORMSTOFFEN, ANGABEN IN ZEICHNUNGEN UND STÜCKLISTEN	ANGABEN ZU ZEICHNUNGEN UND STÜCKLISTEN
LN29506	—; OBERFLÄCHENBESCHAFFENHEIT	EINTEILUNG VON OBERFLÄCHENGÜTE UND -KENNZAHLEN
LN29507	—; ZULÄSSIGE TOLERANZEN FÜR MASSE OHNE TOLERANZANGABE	ZULÄSSIGE TOLERANZEN FÜR LAMINATDICKEN, LÄNGENMASSE, WINKELMASSE

Bestellen

ZUSAMMENFASSUNG DER LAUT LBA FÜR DEN SEGELFLUGZEUGBAU NICHT MEHR AKTUELLEN UNTERLAGEN (STAND APRIL 1983)

- RICHTLINIEN FÜR DIE VERARBEITUNG VON GFK IM FLUGZEUGBAU (AUSGABE FEBRUAR 1967 DER DVL-PFL)
- VORLÄUFIGE RICHTLINIEN FÜR DIE REPARATUREN VON BAUTEILEN AUS GFK (AUSGABE MÄRZ 1967 DER DVL-PFL)
- RICHTLINIEN FÜR FÜHRUNG DES FESTIGKEITSNACHWEISES FÜR BAUTEILE AUS GFK VON SEGELFLUGZEUGEN (AUSGABE MÄRZ 1965 DER DVL-PFL)

Verstärkte Kunststoffe

Konstruktive Grundlagen
für Teile aus glasfaserverstärkten Kunststoffen

LN
29 936
Blatt 4

Reinforced plastics, design details for parts made of fibre reinforced plastics
Plastiques renforcés, instructions constructives pour pièces en matières plastiques renforcées aux fibres de verre

Inhalt

	Seite
1. Allgemeines	2
2. Werkstoffauswahl	2
2.1. Charakteristische Werkstoffeigenschaften	2
3. Verarbeitungsverfahren	2
4. Gestaltung	2
4.1. Flache Teile	3
4.1.1. Aussteifen von Flächen	3
4.1.2. Aussteifen von Flächen unterschiedlicher Wanddicke	4
4.2. Erhebungen	5
4.2.1. Trennwände	5
4.2.2. Ränder für Seitenflächen	6
4.2.3. Seitenneigung	7
4.3. Hinterschneidungen	7
4.4. Kanten	8
4.5. Rundungen an Ecken und Kanten	9
4.6. Durchbrüche	9
4.7. Augen an massiven Teilen	10
4.8. Kernverbundbauweise	10
4.8.1. Aufbau	10
4.8.2. Krafteinleitungsstellen	12
4.8.3. Randausbildung	13
4.8.4. Klebeprepreg	13
5. Verstärkung durch Rovingstränge und zusätzliche Gewebelagen	14
6. Schlauchbauweise	15
7. Verbindungsarten	16
7.1. Klebverbindungen	16
7.2. Niet- und Schraubverbindungen	17
8. Angaben in Zeichnungen und Stücklisten	18
9. Schrifttum	18

Normenstelle Luftfahrt

Fortsetzung Seite 2 bis 18

115 98.4

Alleinverkauf der Luftfahrt-Normblätter durch Beuth-Vertrieb GmbH, Köln
8.73

LN 29 936 Bl. 4 Aug. 1973 Preisgr. 11

GESTALTUNGSRICHTLINIEN
AUSZUG AUS LN 29 936

AVS

FS-800906
Abb.: 1.5-41

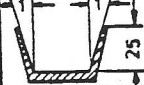
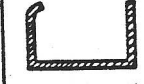
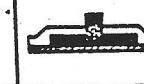
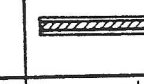
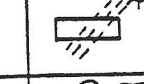
6. WICKELVERFAHREN	7. SCHLEUDERVERFAHREN	a) PROFILZIEHVERFAHREN	b) LAMINIERVERFAHREN
UP-HARZE EP-HARZE	UP-HARZE EP-HARZE	UP-HARZE EP-HARZE	UP-HARZE
ROVINGS) 50 TEXTILGLASGARNE) BIS TEXTILGLASMATTE) 60 % GLASGEWEBEBÄNDER		ROVINGS) 55 SPINNROVINGS) BIS GLASFILAMENTGARNE) 75 % GLASGEWEBEBÄNDER	TEXTILGLASMATTEN 20 BIS 25 %
WICKELANLAGE	ABMESSUNGEN DER SCHLEUDERANLAGE	PROFILQUERSCHNITT	ANLAGENGROSSE
1 BIS 10 mm	3 BIS 10 mm	3 BIS 20 mm	1 BIS 3 mm
BEI GLEITENDEN ÜBERGÄNGEN MÖGLICH	MÖGLICH	IN ZIEHRICHTUNG ÜBLICH	NICHT MÖGLICH
JE NACH VERSTÄR- KUNGSART BIS 20 %	BIS 20 %	BIS 10 %	BIS 20 %
10 mm	-	-	-
-	-	-	-
MÖGLICH	NICHT MÖGLICH	SENKRECHT ZUR ZIEHRICHTUNG MÖGLICH	SENKRECHT ZUR ZIEHRICHTUNG MÖGLICH
BEDINGT MÖGLICH	NICHT MÖGLICH	MÖGLICH	MÖGLICH
NICHT MÖGLICH	NICHT MÖGLICH	ÜBLICH	NICHT MÖGLICH
MÖGLICH	NICHT ÜBLICH	MÖGLICH	MÖGLICH
MÖGLICH	MÖGLICH	NICHT MÖGLICH	NICHT MÖGLICH
NICHT ZU EMPFEHLEN	NICHT MÖGLICH	NICHT MÖGLICH	NICHT MÖGLICH
EINSEITIG GLATT	EINSEITIG GLATT	ALLSEITIG GLATT	ALLSEITIG GLATT
MÖGLICH	NICHT MÖGLICH	NICHT MÖGLICH	LAMINAT BEDINGT MÖGLICH
MÖGLICH	MÖGLICH	MÖGLICH	LAMINAT BEDINGT MÖGLICH
NICHT ERFORDERLICH	BESCHNEIDEN	NICHT ERFORDERLICH	NICHT ERFORDERLICH

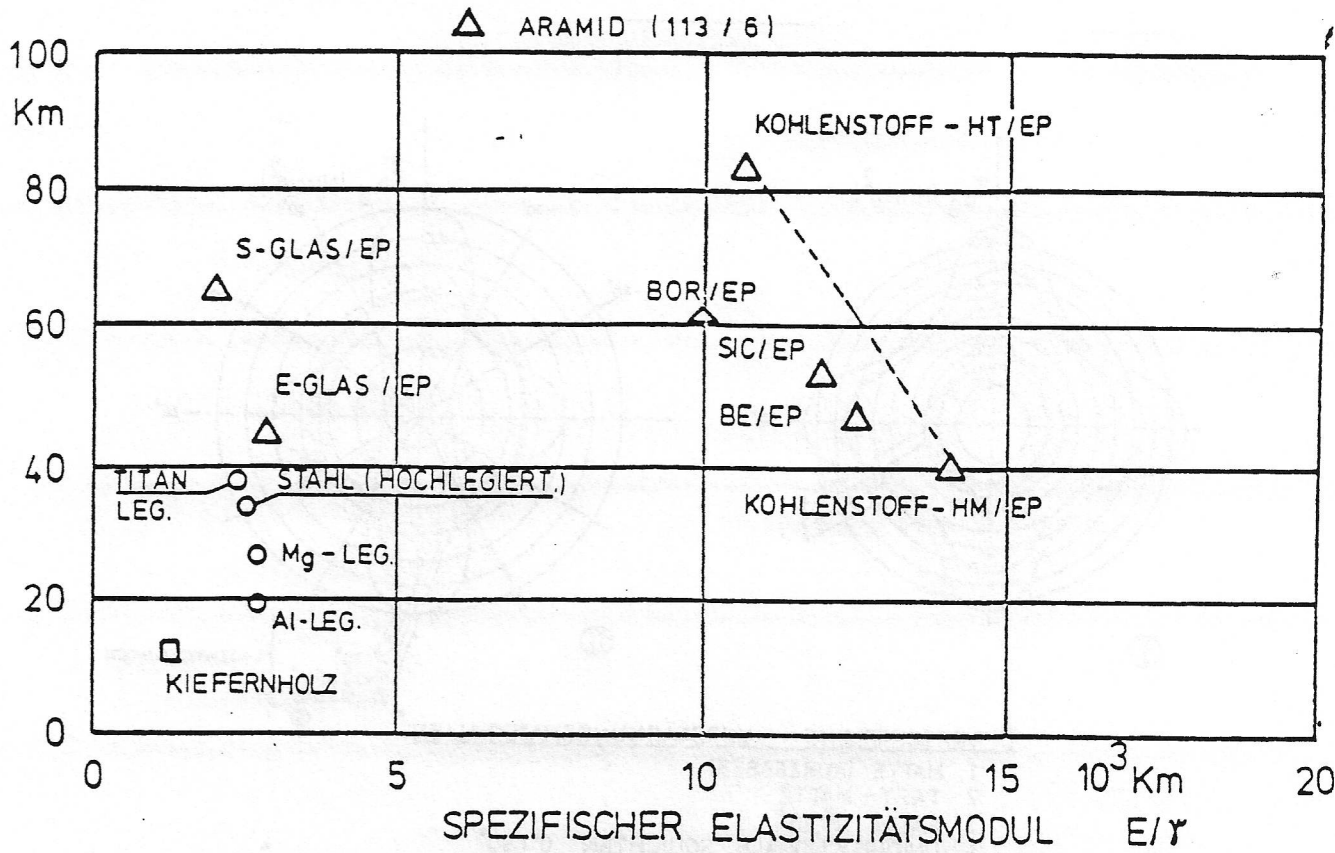
AVS

VERFAHREN UND GESTAL-
TUNGSMERKMALE FÜR FW

FS-790515
ABB.: 1.5-40

KALTPRESSVERFAHREN	5a) WARMPRESSVERFAHREN "MASS"	5b) FÄHREN, "FLIESS- FÄHIGE PREPREGS"	5c) "NICHTFLIESSFÄHIGE PREPREGS"
UP-HARZE EP-HARZE	UP-HARZE EP-HARZE	UP-HARZE	UP-HARZE EP-HARZE
1. GLASMATTE 25 BIS 40 % ORMLINIE 25 BIS 40 % FILAMENTGEWEBE 50 BIS 65 % ROVINGGEWEBE 50 BIS 65 %	1. TEXTILGLASMATTE 25 BIS 50 % GLASFILAMENTGEWEBE 55 BIS 65 % ROVINGGEWEBE 50 BIS 65 %	1. TEXTILGLASMATTE MIT LÖSLICHEM BINDER 20 BIS 40 %	1. TEXTILGLASMATTE 25 BIS 35 % GLASFILAMENTGEWEBE 50 BIS 60 % ROVINGGEWEBE 60 BIS 70 %
ABMESSUNGEN DER WERKZEUGE UND PRESSEN	ABMESSUNGEN DER WERKZEUGE UND PRESSEN	ABMESSUNGEN DER WERKZEUGE UND PRESSEN	ABMESSUNGEN DER WERKZEUGE UND PRESSEN BZW. AUTOKLAVEN
1,5 BIS 10 mm	1 BIS 10 mm	1 BIS 10 mm	1 BIS 10 mm
BEDINGT MÖGLICH	NICHT MÖGLICH	ÜBLICH	ÜBLICH
BIS 20 %	BIS 20 %	BIS 10 %	BIS 10 %
3 mm	3 mm	0,5 mm	1 mm
1:50 BIS 1:100	1:50 BIS 1:100	1:50 BIS 1:100	1:50 BIS 1:100
NICHT MÖGLICH	NICHT MÖGLICH	MÖGLICH	MÖGLICH
ÜBLICH	ÜBLICH	ÜBLICH	ÜBLICH
BEDINGT MÖGLICH	NICHT MÖGLICH	ÜBLICH	ÜBLICH
BEDINGT MÖGLICH	BEDINGT MÖGLICH	MÖGLICH	ÜBLICH
MÖGLICH	MÖGLICH	ÜBLICH	MÖGLICH
NICHT MÖGLICH	MÖGLICH	ÜBLICH	MÖGLICH
BEIDSEITIG GLATT GERINGE GLASFASER- STRUKTUR	BEIDSEITIG GLATT DEUTLICHE GLASFASER- STRUKTUR	BEIDSEITIG GLATT	BEIDSEITIG GLATT
BEDINGT MÖGLICH	BEDINGT MÖGLICH	NICHT MÖGLICH	NICHT MÖGLICH
MÖGLICH	BEGRENZT MÖGLICH	NICHT MÖGLICH	BEDINGT MÖGLICH
BESCHNEIDEN	ENTGRATEN	ENTGRATEN	ENTGRATEN

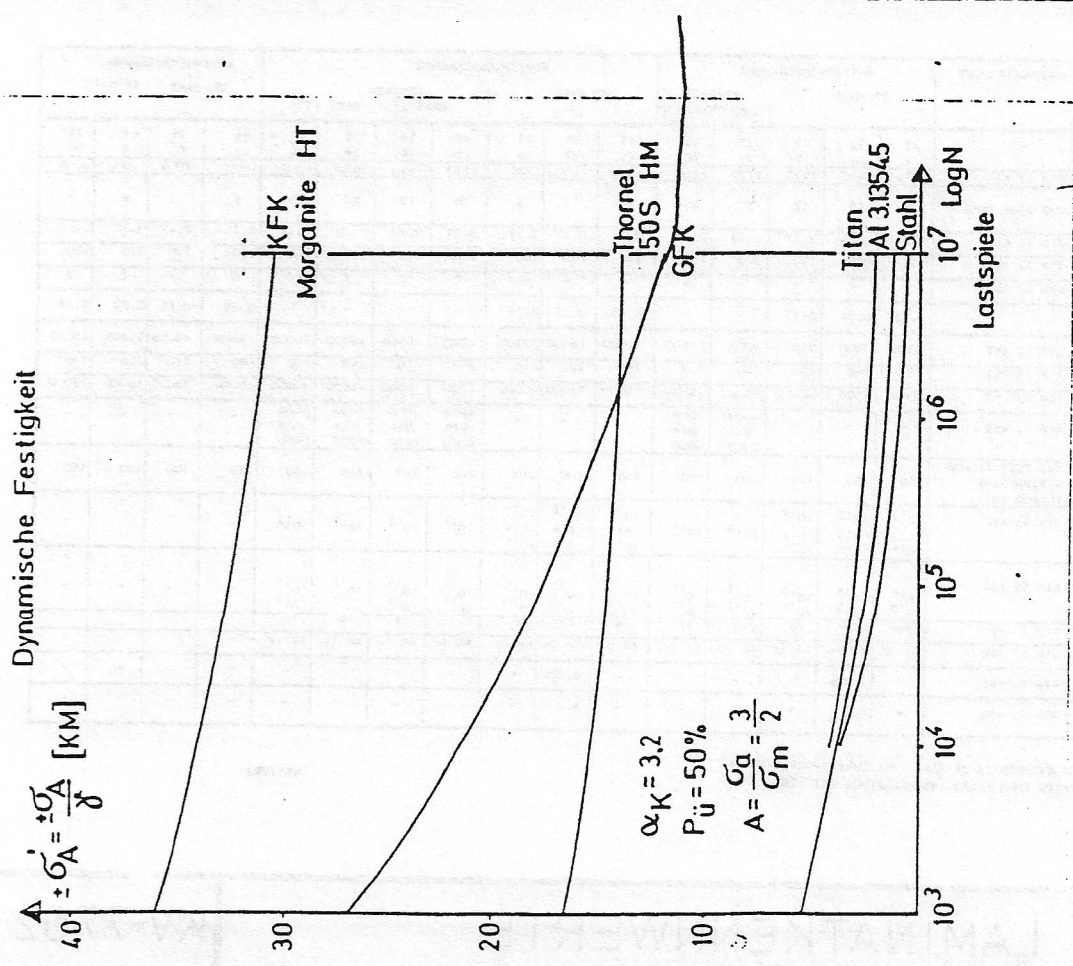
VERFAHREN	1. HANDVERFAHREN	2. VERFAHREN	3. VERFAHREN
UBLICHE HARZE	UP-HARZE EP-HARZE	UP-HARZE	UP-HARZE EP-HARZE
ART DER VERSTÄRKUNG GLASGEHALT IN GEW.-%	TEXTILGLASHMATTE 20 BIS 30 % GLASFILAMENTGEWEBE 35 BIS 50 % ROVINGGEWEBE 40 BIS 50 % ROVING (ÖRTLICH) 50 BIS 70 %	GLASFILAMENT- SCHNITZEL 20 BIS 30 %	TEXTILGLASHMATTE 30 BIS 40 % GLASFILAMENTGEW. 40 BIS 65
ABHÄNGIGKEIT DER BAUTEILGRÖSSE	BELIEBIG	BELIEBIG	GRÖSSE DER FORM ODER DES AUTOKLAVEN
KONSTANTE WANDDICKEN	 2 BIS 10 mm ÜBLICH	2 BIS 10 mm ÜBLICH	0,5 BIS 10 mm ÜBLICH
UNTERSCHIEDLICHE WANDDICKEN	 MÖGLICH	MÖGLICH	MÖGLICH
DICKEN-TOLERANZEN	 MATTENVERSTÄRKUNG BIS 50 % GEWEBEVERSTÄRKUNG BIS 20 %	BIS 80 % UNVERMEIDBAR	BIS 20 %
MINDEST-RADIEN	 5 mm	5 mm	5 BIS 10 mm
SEITENNEIGUNGEN	 1:25 BIS 1:50	1:25 BIS 1:50	EINSEITIG GEKRÜMMT NICHT ERFORDERLICH SONST 1:25 BIS 1:50
HINTERSCHNEIDUNGEN	 MÖGLICH	MÖGLICH	MÖGLICH
SICKEN	 ÜBLICH	ÜBLICH	ÜBLICH
RIPPEN	 MÖGLICH	MÖGLICH	BEDINGT MÖGLICH
EINBETTUNGEN	 ÜBLICH	ÜBLICH	ÜBLICH
WALLEINSÄTZE	 ÜBLICH	ÜBLICH	ÜBLICH
DURCHBRÜCHE	 GRÖßERE MÖGLICH	GRÖßERE MÖGLICH	MÖGLICH
OBERFLÄCHENGÜTE	 EINSEITIG GLATT	EINSEITIG GLATT	BEIDSEITIG GLATT
FEINSCHICHT (GEL-COAT)	 EINSEITIG ÜBLICH	EINSEITIG ÜBLICH	EINSEITIG UND BEIDSEITIG MÖGLICH
LICHT TRANSPARENZ	 GUT MÖGLICH	MÖGLICH	MÖGLICH
NACHARBEIT	 BESCHNEIDEN	BESCHNEIDEN	BESCHNEIDEN



HR
KWI

GEW. BEZ. KENNWERTE V. FW. (FK, EP-BASIS)

KV-76 10 16
ABB.: 1.5-36



WET/URB

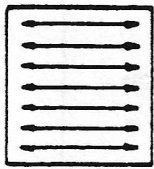
FS-790512

ABB.: 1.5-37

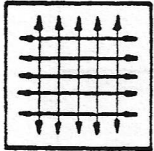
AVS

DYNAMISCHE FESTIGKEIT VON FASERVERBUNDWERSTOFFEN

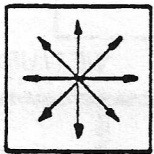
(QUELLE : A. MYLIUS)



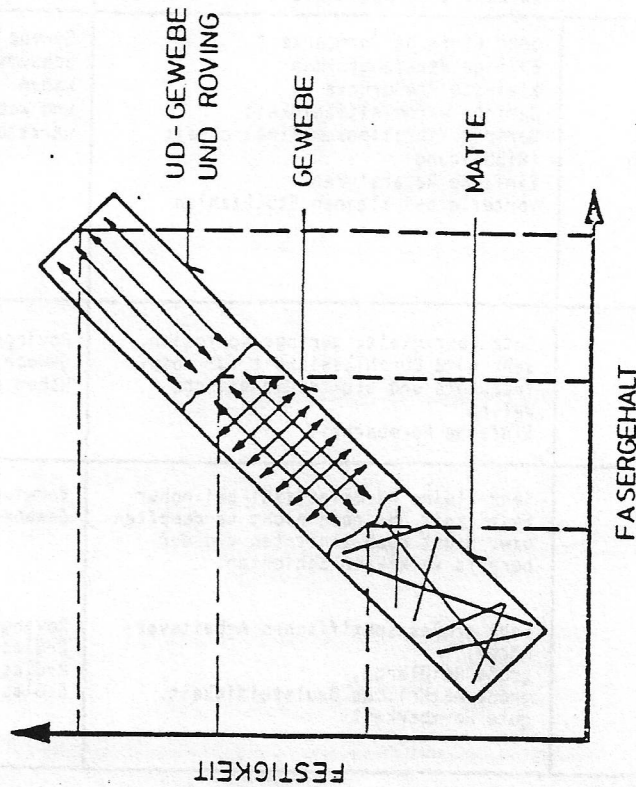
UNIDIREKTIONALES
GEWEBE U. ROVING



GEWEBE



GLASFASERMATTE



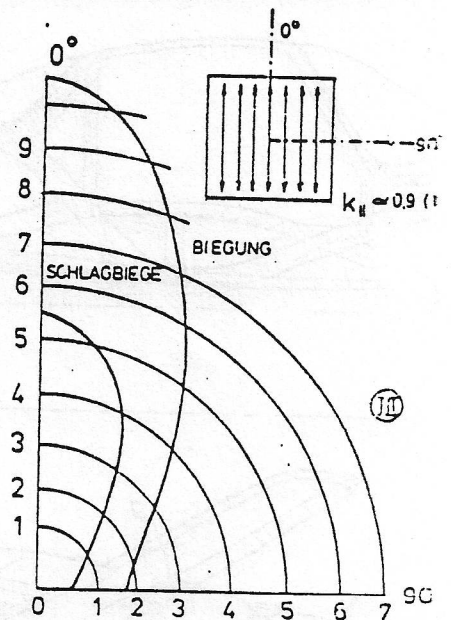
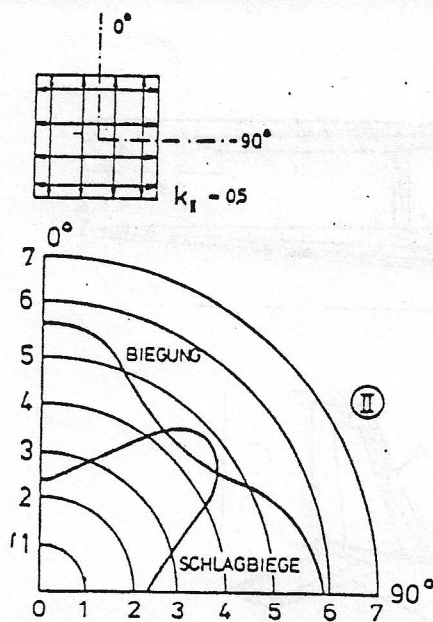
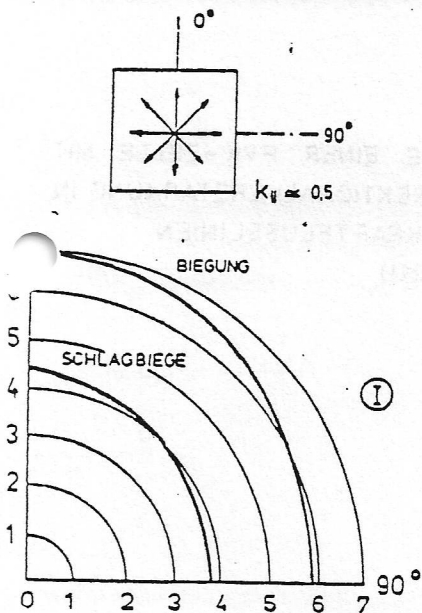
WET/URB

(QUELLE: P. H. SELDEN)

KV-770201
ABB.: 1.5-32

ZUSAMMENHANG ZWISCHEN ORIENTIE-
RUNG, FASERGEHALT U. FESTIGKEIT

FHR
FBKWI



- I MATTENVERSTÄRKTES LAMINAT, GERINGE DURCH DIE MATTENHERSTELLUNG BEDINGTE VERZUGSORIENTIERUNG
II ORTHOTROPES GEWEBE (50/50), PARALLEL LAMINIERT
III UNIDIREKTIONALES GEWEBE (90/10), PARALLEL LAMINIERT

FHR
FBKWI

POLARDIAGRAMME MECHANISCHER
EIGENSCHAFTEN DIVERSE
FASERORIENTIERUNGEN IN FW

KV-770210
ABB.: 1.5-33

Anwendungen	Vorzüge gegenüber anderen Werkstoffen	Verstärkungsart
Nasenverkleidungen an Flügel und Leitwerken Flügelübergangs-Verkleidungen Triebwerks- und Fahrwerksverkleidungen Wasserleitungen für Toilettenanlagen Luftleitungen für Klimaanlage Zwischenwände, Böden in Sandwichbauweise Treibstofftanks Frachtraumtüren	Sehr einfache Formbarkeit Billige Werkzeugformen Kleinste Preßdrücke Geringe Wärmeleitfähigkeit Geringe Vibrationsempfindlichkeit (Ribbildung) Einfache Reparaturen Vorteile bei kleinen Stückzahlen	Gewebe aus E-Glas Schaumstoff Waben und wabenähnliche Kernwerkstoffe
Sonardome Radardome mit Schutzschichten gegen Tröpfchenerosion	Gute Festigkeit, geringe Korrosion, sehr gute Durchlässigkeit für hochfrequente und elektromagnetische Wellen Einfache Formbarkeit	Rovings Gewebe und Waben aus E-Glas Waben aus Polyamidpapier
Schutzschilde für Raketen und Satellitenkörper gegen Hitzeangriff beim Wiedereintritt in die Atmosphäre Stark beanspruchte Bauteile Tragende Teile z.B. Motorblätter, Federbeine und Anschlußbeschläge bei Sportflugzeugen Segelflugzeuggrümpfe, -Flächen und -Leitwerke	Sehr kleine Wärmeleitzahl bei hoher Festigkeit der noch nicht verdampften bzw. nicht hoch erhitzten und der bereits verkockten Schichten. Sehr großes spezifisches Arbeitsvermögen, große Reißlänge, große natürliche Beulsteifigkeit, gute Formbarkeit	Vorwiegend Gewebe aus E-Glas Rovings aus E-Glas R-Glas S-Glas

[QUELLE: DIN 29936 BLATT 1]

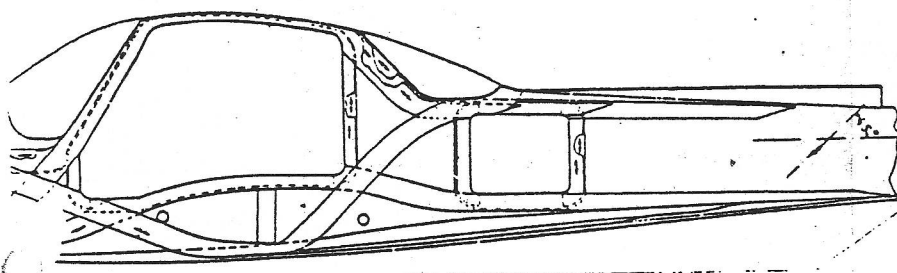
WET/URB

VS

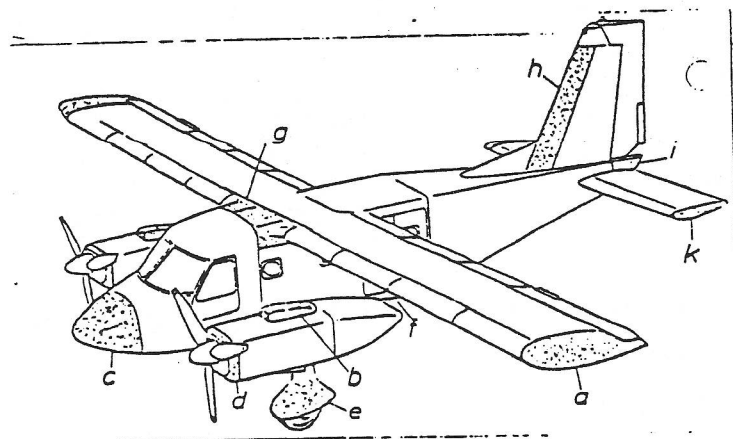
ANWENDUNG VON GFK-TEILEN IN LUFT-U. RAUMFAHRT

FS-790510

ABB.: 1.5-3.



STUDIE EINER FVK-ZELLE MIT
UNIDIREKTIONALVERSTÄRKUNG IN
DEN KRAFTFLUSSLINIEN
(BO 211)



• Sekundäre FVK-Teile an der Dornier "Skyservan"

- a) Randbogen b) Hutze c) Bughaube
- d) Stirnverkleidg. e) Radkasten f) Bodenwanne
- g) Übergang h) Leitwerkansatz i) Endkappe
- k) Randbogen

[QUELLE: MYLIUS]

WET/URB

VS

PRIMÄR-UND SEKUNDÄRBAUTEILE AUS FVK

FS-790511

ABB.: 1.5-3.

BEIMENGENGEN: F: JE NACH GEWÜNSCHTER WIRKUNG UND KONSISTENZ DER
GIESS- BZW. LAMINIERHARZMASSE

S: BEI STAMP-HINTERFÜHRUNG KANN Z.B. BIS ZU 90%
GEW. DER STAMPFASSE (d.h. 90 GT) AUS QUARZSAND
FOLGENDER KÖRNUNGSANTEILE BESTEHEN:
0,1-0,3 (40%), 0,3-0,5 (15%), 0,5-0,75 (15%),
0,75-1,0 (10%), 1,0-1,5 (20%)
(mm-KÖRNUNG, % BEZOGEN AUF 100% QUARZSAND)

WET/URB

FHR
FBKW

FÜLL UND VERSTÄRKUNGSWERKSTOFFE FÜR DEN FORMENBAU

KV-77020E
ABB: 1.5-2E

[QUELLE: WALTER, VDI BW 10 78]

WET/URB

F H R	ZUSATZSTOFFE MIT SPEZIFISCHEN
R KWI	WIRKUNGEN

KV-770207
ARR. 1.5-79

	FULLSTOFFE (GIESSF. RM) STAMPF-MATERIAL VERSTÄRKUNGSMATERIAL	F S V	NUTZBARE EIGENSCHAFTEN / ANWENDUNGSFALL
F	SILICIUMCARBID-PULVER		SEHR HART, ABRIEFEST, NACHTRÄG- LICH SCHWER BEARBEITBAR
F	QUARZMEHL		HART, ABRIEFEST, SCHWER BEARBEITBAR
F	SCHIEFERMEHL, TI-DIOXID		MITTELHART, GUT BEARBEITBAR
S	QUARZSAND, BIMSTEIN		NUR FÜR HINTERFÜTTERUNGEN
F	KREIDE, KAOLIN, TALKUM		RELATIV WEICH GUT BEARBEITBAR
F	EISENPULVER EISENGRIESS EISENWOLLE		FERROMAGNETISCH, GUTE WÄRMELEITFÄHIGKEIT
S	ALUMINIUMPULVER		AUSGEZEICHNETE WÄRMELEITFÄHIGKEIT, GUT BEARBEITBAR
S	ALUMINIUMGRIESS		
S	KUPFERGRIESS		
F	BRONZEPULVER		
F	MESSINGPULVER		
F	MICROBALLOONS SCHÜMMGEL (AEROSIL)		GUT MIT HOLZBEARBEITUNGSMASCHINEN BEARBEITBAR
F	SILBERGRAPHIT		SELBSTSCHMIEREND
P	MOLYBDÄNDISULFID		
V	GLASSEIDENPRODUKTE, THERMOPLASTISCHE KUNSTSTOFF-FASER METALL-TEILE		FESTIGKEITSVERBÄNDE, SCHLAGFESTER VERBAND BESCHLÄGE, FÜHRUNGEN, RAHMEN

BEIMENGUNGEN: F: JE NACH GEWÜNSCHTER WIRKUNG UND KONSISTENZ DER
GIESS- BZW. LAMINIERHARZMASSE

S: BEI STAMPF-HINTERFÜTTERUNG KANN Z.B. BIS ZU 90%
GEW. DER STAMPFMASSE (D.H. 90 GT) AUS QUARZSAND
FOLGENDER KÖRNUHANGSANTEILE BESTEHEN:
0,1-0,3 (40%), 0,3-0,5 (15%), 0,5-0,75 (15%),
0,75-1,0 (10%), 1,0-1,5 (20%)
(mm-KÖRNUHANG, 1 BEZOGEN AUF 100% QUARZSAND)

WET/URB

FHR
FB KWI

FÜLL UND VERSTÄR-
KUNGSWERKSTOFFE
FÜR DEN FORMENBAU

KV-770200

ABR-4.5-28

ZUSATZ	WIRKUNG	ZUSATZMENGE (GT AUF 100 GT HARZ)
HOCHDISPERSE KIESELÄUREN	THIXOTROPIERUNG VON FEINSCHICHT- UND LAMINIERHARZEN, DAMIT DIESE AN SENKRECHTEN FLÄCHEN NICHT ABFLIEßEN	1 ... 4
PARAFFIN (SCHMELZPUNKT 51...53°C)	KLEBEFREIE AUFHÄRTUNG DER OBERFLÄCHE VON UP-REAKTIONS- HARZ-LAMINATEN	0,05... 0,1
STYROLISCHE ISOCYANATLÖSUNG	a. KLEBEFREIE AUFHÄRTUNG DER OBERFLÄCHE VON UP-RE- AKTIONSHARZ-LAMINATEN b. VERBESSERUNG DER HAFTFESTIGKEIT VON KLEBE-ANSÄTZEN AUS UP-REAKTIONSHARZEN	5 ... 10 15 ... 25
ALKYDHARZE	VERBESSERUNG DES VERLAUFES VON FEINSCHICHTEN	0,5 ... 1
NETZMITTEL	VERHINDERUNG VON FARBENTMISCHUNGEN	bis 2
UV-ABSORBER	VERHINDERUNG DER VERGILBUNG, INSBESONDERE FÜR TRANS- PARENTE LAMINATE	
ANTIMONTRIOXID	VERBESSERUNG DER SELBSTLÖSCHENDEN EIGENSCHAFTEN CL -HALTIGER HARZE	5 ... 10
LEITFÄHIGKEITSRUSS	ERNIEDRIGUNG DES OBERFLÄCHENWIDERSTANDES	bis 5
MAGNESIUMOXID	EINDICKUNGSMITTEL FÜR HARZMATTE UND PRESSMASSEN AUF UP-REAKTIONSHARZEN	1 ... 3
Zn-, Al- UND Ca-STEARAT	INTERNES TRENNMITTEL FÜR HARZMATTE UND PRESSMASSEN	1 ... 4
PULVERFÖRMIGE THERMOPLASTE	FLIESSMITTEL FÜR HARZMATTE UND PRESSMASSEN	5 ... 10

[QUELLE: WALTER, VDI BW 10 78]

WET/URB

FHR ZUSATZSTOFFE MIT SPEZIFISCHEN
R KWI WIRKUNGEN

KV-770207
ABR-4.5-29

SCHICHTART

UNGESÄTTIGTE
POLYESTERHARZE

EPOXIDHARZE

PHENOLHARZE

MELAMINHARZE

ACRYLHARZE

AN
DM
DM-SILAN
HO-SILAN

• = gut geeignet ○ = geeignet ○ = bedingt geeignet ○ = nicht geeignet

BEEINFLUSSUNG DER BIEGEFESTIGKEIT VON GKF DURCH ANWENDUNG VON HAFTVERMITTLERN

GLASSORTE	KUNSTHARZTYP	HAFTVERMITTLER	TROCKEN kp/cm ²	BIEGEFESTIGKEIT	
				NACH 30 TAGEN WÄSSERUNG kp/cm ²	VERLUST %
A-GLAS	POLYESTER	OHNE	3 200	1 400	56,4
E-GLAS	POLYESTER	OHNE	3 800	2 700	30,0
E-GLAS	POLYESTER	MIT	4 550	4 070	11,0
E-GLAS	EPOXYDHARZ	OHNE	3 312	2 136	35,5
E-GLAS	EPOXYDHARZ	MIT	5 340	5 020	5,5

[QUELLE: WENDE, MOEBES, MARTEN, GLASFASERVERSTÄRKTE PLASTE]

WET/URB

FHR
3 KWI

EIGNUNG UND WIRKUNG
VON SCHLICHTEN (GFK)

KV-76 10 08
ABB.: 1.5-26

MINERAL	HAUPTSÄCHLICHE ZUSAMMENSETZUNG	HÄRTE NACH MOHS	SPEZ. GE- WICHT (g/cm ³)	FÜLLGRAD (GT AUF 100 GT HARZ) NASSPRES- SEN	HARZMATTE UND PRESS- MASSEN
CHINA-CLAY/KAOLIN	Al ₄ ((OH) ₈ /Si ₄ O ₁₀)	1	2,7	BIS 40	50...100
TALKUM	Mg ₃ ((OH) ₂ /Si ₄ O ₁₀)	1	2,9	-	bis 50
KREIDE	CaCO ₃	3	2,7	BIS 80	50...300
DOLOMIT	CaMg (CO ₃) ₂	3	2,8	BIS 80	50...300
LABRADORIT	Ca-Na-Al-SILIKAT	6	2,7	BIS 50	-
KIESELERDEN	GEMISCHE AUS KAOLINIT UND QUARZ	1+7	2,6	BIS 40	-

AUFGABEN DER FÜLLSTOFFE

1. ERNIEDRIGUNG DER SCHWINDUNG DER REAKTIONSHARZMASSE, SOMIT ERZIELUNG BESSERER OBERFLÄCHENGÄLTE, VERRINGERUNG DER GEFÄHR DES VERZIEHENS
2. ERHÖHUNG DER FORMSTEIFIGKEIT BZW. DES E-MODULS
3. VERBILDIGUNG
4. ERHÖHUNG BZW. ERNIEDRIGUNG DES SPEZIFISCHEN GEWICHTS
5. BEEINFLUSSUNG DER WÄRMEAUSDEHNUNG, DER WÄRMELEITFÄHIGKEIT UND DER ELEKTRISCHEN WERTE
6. VERBESSERUNG DER FLIESSFÄHIGKEIT VON PRESSMASSEN UND PREPREGS

ANFORDERUNGEN AN DIE FÜLLSTOFFE

1. HÄRTUNGSGESCHWINDIGKEIT DER REAKTIONSHARZMASSE MÖGLICHT NICHT BE-
EINFLUSSEN
2. FEUCHTIGKEITSFREI (GEFÄHR DES HÄRTEVERZUGS, UNGEWÜNSCHTE BEEINFLUS-
SUNG DER ELEKTRISCHEN EIGENSCHAFTEN)
3. GUTE BENETZBARKEIT UND DISPERSIERBARKEIT
4. KEIN ABSETZEN IM HARZANSATZ
5. VORHANDENSEIN IN TEILCHENGRÖSSEN ZU 1 BIS 5, JEDOCH MAX. 10 µm
(AUSFILTERUNG GRÖßERER FÜLLSTOFFE DURCH DIE VERSTÄRKUNGSFASER)
6. HELLE FARBE
7. BESTÄNDIGKEIT GEGEN CHEMIKALIEN
8. GERINGER PREIS
9. GLEICHMÄSSIGE ANLIEFERUNGSEIGENSCHAFTEN

[QUELLE: WALTER, VDI BV 1078] WET/URB

FHR

FÜLLSTOFFE FÜR RHM:

AUFGABEN, ANFORDERUNGEN

REICHT

KV-770205

ABB.: 1.5-27

(FLÄCHENFÖRMIGE ERZEUGNISSE)

- GLASFILAMENTGEWEBE/GLASROVINGGEWEBE/GLASSTAPELFASERGEWEBE: GLASGEWEBE MIT ENTSPRECHENDEN KETT- UND SCHUSSMATERIALIEN
- (TEXTIL-)GLASGEWIRK ODER GE-GESTRICK: FLÄCHENGEBILDE AUS GLASGARNEN, HERGESTELLT DURCH MASCHENBILDUNG UNTER VERWENDUNG VON GARNEN
- (TEXTIL-)GLASSCHLAUCH: AUS GLASGARN HERGESTELLTES SCHLAUCHFÖRMIGES ERZEUGNIS
- VERARBEITUNGSHILFSMITTEL
 - SCHLICHTE, SCHMÄLZE: ORGANISCHE UND/ODER ANORGANISCHE SUBSTANZEN, DÜNNER ÜBERZUG AUF FASER ZUM ZWECK DES SCHUTZES DER GLASOBERFLÄCHE GEGEN SCHEUERWIRKUNG UND SONSTIGE MECHANISCHE BESCHÄDIGUNG (SCHLICHTE: GLASSSPINNFADEN/ SCHMÄLZE: GLASSTAPELFASER)
 - (HAFTMITTELFREIE) TEXTILSCHLICHTE UND -SCHMÄLZE: NUR SCHUTZ- UND GLEITMITTEL FÜR TEXTILE WEITERVERARBEITUNG
 - (HAFTMITTELHALTIGE) KUNSTSTOFFSCHLICHTE UND -SCHMÄLZE: SCHUTZ- UND GLEITMITTEL MIT HAFTVERMITTLER, UM AN DER GRENZFLÄCHE ZWISCHEN GLAS UND KUNSTSTOFF EINE HAFTUNG ZU ERZIELEN
 - HAFTMITTELFINISH: SUBSTANZEN, DIE ALS HAFTVERMITTLER AUF GLASGEWEBE AUFGEBRACHT WERDEN, UM HAFTUNG ZWISCHEN GLASOBERFLÄCHE UND MATRIXWERKSTOFF ZU VERBESSERN

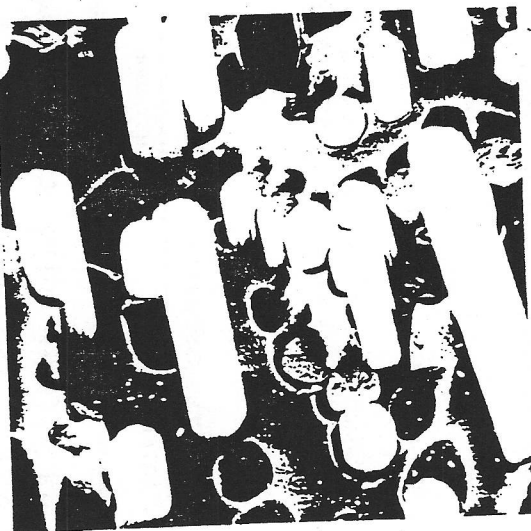
WET/URB

HR
KWI

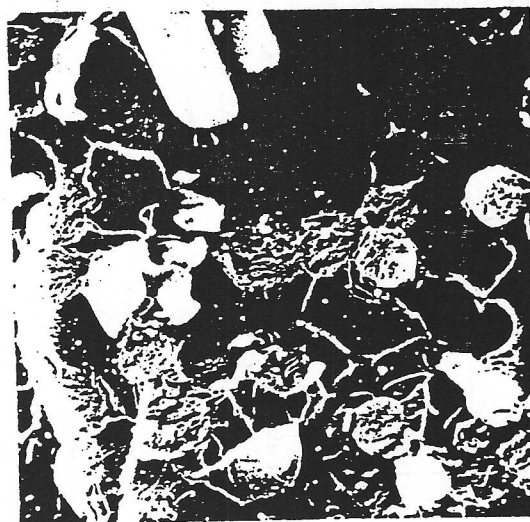
TEXTILGLAS - UND VERARBEITUNGSHILFSMITTEL: BEGRIFFE NACH DIN 61850 III

KV-761006/2
ABB.: 1.5-24

E. Hartz.



SCHLECHTE HAFTUNG



GUTE HAFTUNG

VS

WIRKUNG VON FASEROBERFLÄCHENBEHANDLUNG

FS-790509
ABB.: 1.5-25

o GRUNDBEGRIFFE

- o TEXTILGLAS: SAMMELBEGRIFF FÜR TEXTILGLAS UND ERZEUGNISSEN DARAUS
- o TEXTILGLASFASERN: SAMMELBEGRIFF FÜR AUS GLASSCHMELZE GEWONNENE, FEINE FasERN GLEICHMÄSSIGEN, MEIST KREISRUNDEN QUERSCHNITTS, DIE ZU FÄDEN WEITERVERARBEITET WERDEN
- o GLASFILAMENT: TEXTILGLASFASER PRAKTISCH UNBEGRENZTER LÄNGE BESTIMMTEN FASERDURCHMESSERS, AUS GLASSCHMELZE GEZOGEN
- o GLASSTAPELFASER: TEXTILGLASFASER ENDLICHER LÄNGE (SPINNFASER) UND BESTIMMTEN FASERDURCHMESSERS, AUS GLASSCHMELZE MECHANISCH ODER MITTELS GASFÖRMIGER MEDIEN GEWONNEN
- o (TEXTIL-)GLASGARN: SAMMELBEGRIFF FÜR LINIENFÖRMIGE ERZEUGNISSE BESTIMMTER GARNFEINHEIT MIT ODER OHNE DREHUNG AUS GLASFILAMENTEN ODER GLASSTAPELFASERN (JE NACH ART DER GLASFASER: GLASFILAMENTGARN, GLASSTAPELFASERGARN)

o UNGEDREHTE LINIENFÖRMIGE ERZEUGNISSE

- o GLASSPINNFÄDEN: DIE BESTIMMTE ANZAHL EINZELNER GLASFILAMENTE, DIE OHNE DREHUNG IN WEITGEHEND PARALLELER ORDNUNG ZU EINEM FADEN EINHEITLICHER GARNFEINHEIT VEREINIGT SIND
- o (TEXTIL-) GLAS-ROVING: DIE BESTIMMTE ANZAHL ANNÄHERND PARALLEL ZU EINEM STRANG ZUSAMMENGEFASSTER GLASSPINNFÄDEN, WOBEI NICHT ALLE SPINNFÄDEN DIE GLEICHE LÄNGE ZU HABEN BRAUCHEN
- o DREHUNGSFREIER GLASROVING: GLASROVING MIT EINER BESTIMMTEN, BEI DER HERSTELLUNG ERTEILTEN DREHUNG, DIE BEIM ABZIEHEN ÜBER KOPF WIEDER AUFGEHOHEN WIRD
- o GLASSPINNROVING: GLASROVING AUS EINEM ODER WENIGEN SPINNFÄDEN, DIE IN ZAHLREICHEN SCHLINGEN RÄUMLICH UM DIE LÄNGSACHSE ANGEORDNET SIND
- o GESCHNITTENER GLASSPINNFÄDEN: AUF BESTIMMTE LÄNGE GESCHNITTENER GLASSPINNFÄDEN
- o GLAS-KURZFASER: AUF LÄNGEN UM 1 mm ANDERS ALS DURCH SCHNEIDEN ZERKLEINERTER UND IN EIZELFASERN AUFGEHALTENER SPINNFÄDEN

o GEDREHTE LINIENFÖRMIGE ERZEUGNISSE AUS TEXTILGLAS

- o EINFACHES GLAS-FILAMENTGARN: GLASGARN, HERGESTELLT AUS GLASSPINNFÄDEN DURCH ERSTELLEN VON DREHUNG

WET/URB

FHR

3 KWI

TEXTILGLAS UND VERARBEITUNGS -
HILFSMITTEL: BEGRIFFE NACH
DIN 61850* I

ENTWURF

KV-76 10 06

ABB.: 1.5-22

(GEDREHTE LINIENFÖRMIGE ERZEUGNISSE)

- o GEFACHTES GLAS-FILAMENTGARN: ZWEI ODER MEHR EINFACHE GLASFILAMENTGARNE ODER -ZWIIRNE, OHNE VERDREHUNG ZUSAMMENGESPULT
- o EIN- ODER MEHRSTUFIGER GLASFILAMENTZWIRN: ZWEI ODER MEHR EINFACHE ODER GEFACHTE GLASFILAMENTGARNE UND OBERZWIIRNE, DIE MITEINANDER VERDREHT SIND
- o EINFACHES GLASSTAPELFASERGARN, GEFACHTES GLASSTAPELFASERGARN, EIN- ODER MEHRSTUFIGER GLASSTAPELFASERZWIRN: DEN VORSTEHEND GENANNTEN BEGRIFFEN ANALOGE PRODUKTE

o FLÄCHENFÖRMIGE ERZEUGNISSE AUS TEXTILGLAS

- o TEXTILGLASMATTE: NICHT GEWEBTES FLÄCHENGEBILDE EINHEITLICHEN FLÄCHENGEWICHTS AUS GLASSPINNFÄDEN
- o GLASSCHNITTMATTE: TEXTILGLASMATTE AUS GESCHNITTENEN GLASSPINNFÄDEN, VERFESTIGUNG DURCH BINDER
- o GLAS-ENDLOSMATTE: TEXTILGLASMATTE AUS UNGESCHNITTENEN GLASSPINNFÄDEN, VERFESTIGUNG DURCH BINDER
- o GLAS-STEPPMATTE: TEXTILGLASMATTE AUS GESCHNITTENEN GLASSPINNFÄDEN, MECHANISCHE BINDUNG-GGF. AUF TRÄGERMATERIAL
- o GLAS-OBERFLÄCHENMATTE: LOCKERE TEXTILGLASMATTE AUS LEICHT GEBUNDENEN GLASFILAMENTEN ODER GLASSTAPELFASERN
- o (TEXTIL-)GLAS-VLIESTOFF: NICHT GEWEBTES, FESTES FLÄCHENGEBILDE AUS GEBUNDENEN GLASFILAMENTEN ODER GLASSTAPELFASERN
- o (TEXTIL-)GLAS-GELEGE: NICHTGEWEBTES FLÄCHENGEBILDE AUS EINEM ODER MEHREREN FASENSYSTEMEN, DEREN FÄDEN PARALLEL NEBENEINANDER LIEGEN UND MITEINANDER VERKLEBT SEIN KÖNNEN
- o (TEXTIL-)GLAS-GEWEBE: FLÄCHENGEBILDE AUS GLASFÄDEN, DAS AUF EINER WEBMASCHINE HERGESTELLT IST UND AUS ZWEI FADENSYSTEMEN (KETTE UND SCHUSS) BESTEHT, DEREN FÄDEN SICH IN EINER BESTIMMTEN BINDUNGSART RECHTWINKLIG MITEINANDER VERKREUZEN; GEWEBE UNTER 450 mm BREITE HEISSEN GLASGEWEBEBÄNDER

WET/URB

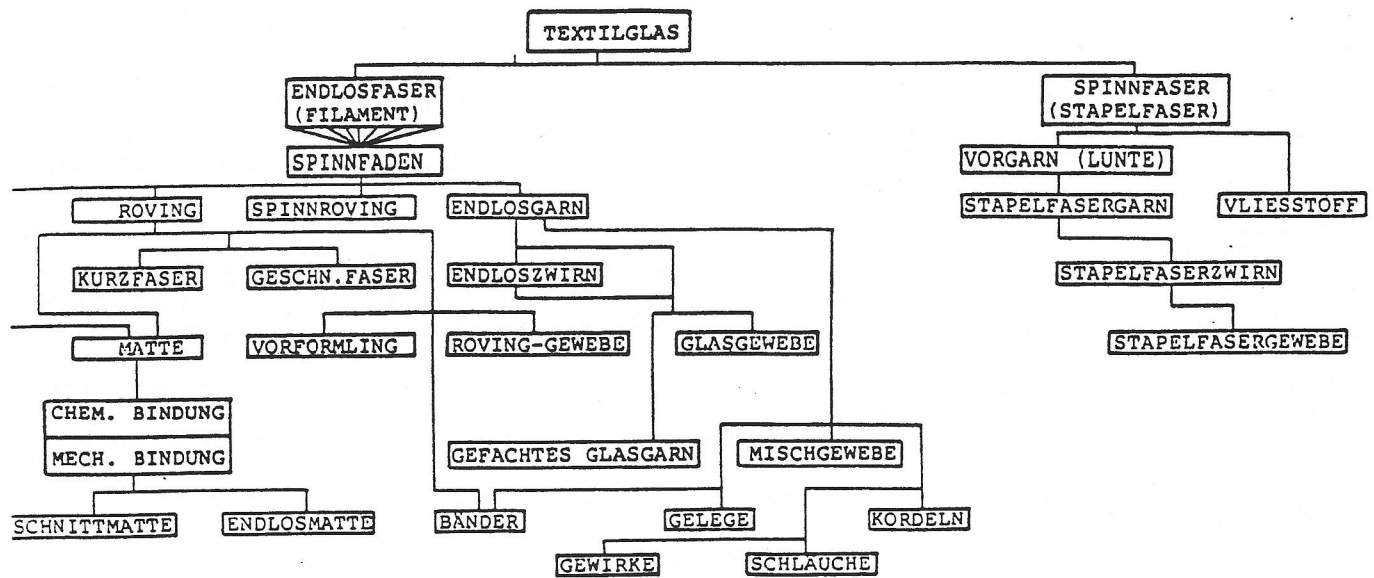
FHR

R KWI

TEXTILGLAS UND VERARBEITUNGS -
HILFSMITTEL: BEGRIFFE NACH
DIN 61850* II

KV-761006 / 1

ABB.: 1.5-29



[QUELLE: K.A. SCHMIDT, TEXTILGLAS F.D. KV]

WET/URB

F H R
3 KWI

FASERSTAMMBAUM

KV-76 10 04
ARR. 1.5-20

400 ~~200~~ Single Strands



SPINNFADEN



EINFACHES GLASGARN



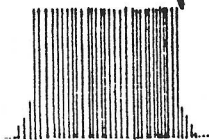
Z-DREHUNG



S-DREHUNG

DREHRICHTUNG VON GARNEN UND ZWIRNEN

200x Spinnfaden (Example)



ROVING



SPINNROVING



GEFACHTES GLASGARN

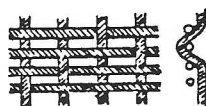


GLASZWIRN

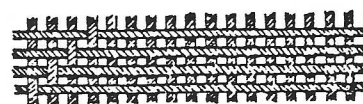
LEINENBINDUNG



KREUZKÖPER



KÖPER 1 / 15



WET/URB.

F H R
B KWI

VERSTÄRKUNGSMATERIALIEN:
TEXTILTECHN. GRUNDLAGEN

KV-76 10 05
ABB. 1.5-21

Verlärkte Kunststoffe
Einfluß der Härtingsbedingungen von Epoxidharzmassen
auf die Eigenschaften des Formstoffes

LN
29 936
Teil 6

Reinforced plastics; influence of the curing conditions of epoxy resins on the characteristics of the moulded material
Plastiques renforcés; influence des conditions de durcissement de résines époxy sur les caractéristiques de la matière moulée

Inhalt

	Inhalt	Seite
1	Allgemeines	2
2	Einfluß des Härters	2
3	Dielektrisches Verhalten	2
4	Mechanische Eigenschaften	2
5	Thermisches Verhalten	2
6	Thermische Alterungsbeständigkeit	3
7	Chemikalienbeständigkeit	3
8	Verarbeitungseigenschaften	4
9	Erklärung der Kurzzeichen	6
	Schrifttum	6

RT
bis 30°

35°-100°

7-100°-200°

1) DEFINITION DER KALT-, WARM-, UND HEISSHÄRTUNG
SIEHE AUCH DIN 16945

2) EINFLUSS DES HÄRTERS: ① = STARK
② = MITTEL
③ = GERING

T1 Beständigkeit von Epoxidharzformatoffen in Abhängigkeit vom Härter

Härter	Beständigkeit gegen		
	Säuren	Laugen	Lösungsmittel
aliphatische Amine	mäßig	sehr gut	gut
aromatische Amine	sehr gut	sehr gut	gut
Säureanhydrid	sehr gut	mäßig	gut

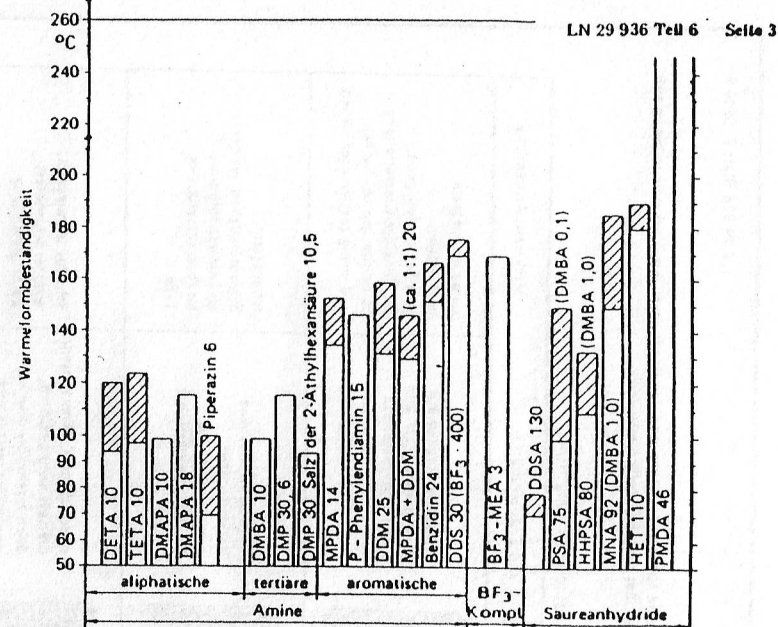


Bild 1 Wärmeformbeständigkeit (HDT) von EP-Formstoffen in Abhängigkeit vom Härter
Niedermolekulares Dian-EP-Harz (Epoxidäquivalent - 185 bis 200)

Anmerkung: Die in Bild 1 angegebenen schraffierten Bereiche beziehen sich auf den jeweils höchsten und niedrigsten Wert in °C.

MERKE: KEINE WILLKÜRLICHE MISCHUNG

HARZ → ART TYP
HÄRTER → ART TYP) MISCHVERHÄLTNIS

! REZEPTUR DARF NIE VERÄNDERT WERDEN!

EINFLUSS DER HÄRTUNGSBEDINGUNGEN

AUSZUG AUS LN 29 936

AVS

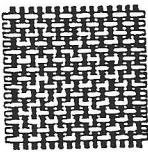
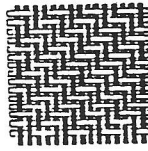
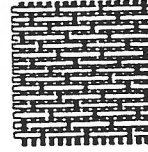
FS - 800905

Abb.: 1.5-19

3.4.1. Bindungsarten bei Glasgeweben

Die am häufigsten verwendeten Bindungsarten sind Leinwand-, Körper- und Atlasbindungen. Ihre Merkmale in Bezug auf die Anwendung und Verarbeitung zum GFK-Laminat sind in Tabelle 6 erläutert.

Tabelle 6 Gewebebindungen und Merkmale der genormten Glasgewebe

Bindung ¹⁾	Gewebebild und Erläuterung	Merkmale, Anwendung
Leinwand- bindung	 einfachste Bindung mit abwechselnd unter- und übereinanderliegenden Kett- und Schußfäden	wenig schmiegsam, nicht griffig, gute Schiebefestigkeit, gleichmäßige Glasverteilung, zu bevorzugen bei flachen und wenig gekrümmten Teilen
Körper- bindung	 diagonal verschobene Verkreuzungen; durch eine gewisse Gratbildung erkennbar	schmiegsam, Schiebefestigkeit geringer als Leinwandbindung, für formkomplizierte Teile
Atlas- bindung	 verschobene Verkreuzungen, die sich nicht berühren, doch regelmäßig oder unregelmäßig verteilt sind	sehr gut schmiegsam, weniger schiebefest als Körperbindung

1) Begriff, Darstellung, Benennung, Kurzzeichen siehe DIN 61 101

4. Vorimprägniertes Textilglas (Prepreg)

Als vorimprägniertes Textilglas, im folgenden Prepreg genannt, bezeichnet man Textilglas-Erzeugnisse z.B. Glasgewebe, Rovings usw., die mit einem vorbestimmten Anteil Harzmasse imprägniert und ohne weitere Zusätze unter Wärme, mit oder ohne Druck, härtbar sind. Das Prepreg enthält also alle Bestandteile, um daraus unter Wärme- und Druckeinwirkung GFK-Laminat herzustellen. Je nach Verwendungszweck und Verarbeitungsverfahren werden Prepreg mit stark- bis leichtklebriger Oberfläche und in verschiedenen Steifigkeitsgraden hergestellt. Die Prepreg werden vornehmlich aus Glasgewebe, wie sie bereits nach LN 65 066 für das Naß-Laminierverfahren festgelegt sind und geeigneten Harzen gefertigt. Da die Prepreg alle zur Harzmasse erforderlichen Komponenten enthalten, sind sie nur begrenzt lagerbar; erhöht wird die Gebrauchsdauer, wenn sie bei Temperaturen unterhalb der Raumtemperatur gelagert werden. Prepreg haben einen gleichmäßigen Glasgehalt, der in gewissen Grenzen variiert werden kann.

Prepreg bieten die gleichen Anwendungsmöglichkeiten wie z.B. Glasgewebe für das Naß-Laminierverfahren, jedoch sind wärme- und druckfeste Formen erforderlich. Der Vorteil der Prepreg liegt in der gleichmäßigen Wanddicke und in dem genau einzuhaltenden Harz-Glasverhältnis der Laminat. Daher werden Prepreg auch dann verwendet, wenn dielektrische Eigenschaften bei niedrigem Gewicht gefordert werden. Außer komplizierten Teilen mit unterschiedlichen Wanddicken lassen sich großflächige Teile, z.B. Kernverbundplatten mit GFK-Deckschichten aus Prepreg vorteilhaft herstellen. Das Verbinden von Prepreg mit Metallwabenkernen wird meist unter Verwendung von Klebfolien vorgenommen. Bei beschichteten Prepreg genügen Verarbeitungsdrücke von 5 bis 40 N/mm², um daraus in einteiligen Formen Laminat her-vorragender Qualität zu fertigen. Prepreg eignen sich für die Verarbeitung im Autoklaven.

Das Verarbeiten von Prepreg ist sauberer als das Naßlaminieren - keine flüssigen, klebrigen Harze - sicherer - keine Fehler beim Ansetzen der Harzmasse - und dadurch einfacher und schneller. Prepreg, auch starkklebrig, sind gut schneid- und stanzbar. Die Textilglasfasern sind durch die Harzmasse gut fixiert und fallen an der Schnittkante nicht aus. Dadurch

Seite 10 LN 29 936 Blatt 2

sind komplizierte Zuschnitte und deren exakte Schichtung übereinander möglich. Aus Prepreg lassen sich über unbeschichtete Formen Formlinge vorfertigen.

Bei der Verarbeitung leicht- bis nichtklebriger Prepreg zu Formlingen können die einzelnen Prepreglagen dadurch fixiert werden, daß kurzzeitig an einigen Punkten Wärme und Druck aufgebracht und somit das Harz verflüssigt wird. Nach Erkalten der Harzmasse sind die Prepreglagen punktuell verklebt und der Formling kann von der Form abgenommen und anschließend in beheizten Preßformen verdichtet und ausgehärtet werden.

Tabelle 4 Übersicht über die Verstärkungsmaterialien und deren Anwendung

Textilglas- erzeugnisse 1) 2)	Maßnorm Techn. Lieferbe- dingungen	geeignet für Fertigungsverfahren	Glasanteil im Formstoff in Gew. % max.	Anwendung
Glasleidengarne und -zwirne	LN 9129 LN 65 061	Fadenwickel- verfahren	75	Ausgangsmaterial für Glasgewebe
Geschchnittene Glasleide	nicht genormt	Handverfahren Drucksackverfahren Heißpressen	30 35 25	Füllstoff für: Preßteile örtliche Verstärkungen Preßmassen
Glasleiden- roving	LN 65 060 (Entwurf)	Handverfahren Ziehverfahren Wickelverfahren	50 65 80	örtliche Verstärkungen Profile Radome, Behälter
Glasleiden- matte	in Vorbereitung	Handverfahren Drucksackverfahren Vakuumverfahren	35 40 40	geringbeanspruchte Teile
Glasgewebe	LN 9169 LN 65 066	Handverfahren Drucksackverfahren Injektionsverfahren Preßverfahren	50 55 50 70	großflächige Teile <i>hochbelastbar</i>
Glasgewebe vorimprägniert (Prepreg) 3)	LN 29 549 LN 65 090	Preßverfahren	65	hochbeanspruchte Teile Sandwich-Deckschichten
Glasstapelfaser- gewebe	LN 9409	Handverfahren	30	Fertigungsmittel; Form- Werkzeuge, Bearbeitungs- Schablone
Glasfaser- vliesstoff	nicht genormt	alle Verfahren		nur zur Erzielung glatter Oberflächen dient nicht als Verstärkung

1) Begriffe für Textilglas und Verarbeitungsmittel siehe DIN 63 560

2) Entsprechend dem EWG-Textilkennzeichnungsgesetz wird anstelle von "Glasleide" voraussichtlich der Ausdruck "Glasfilament" gewählt.

3) Begriffe und allgemeine Eigenschaften für Prepreg siehe LN 29 530

Bei der Auswahl sind zu beachten:

Geforderte Eigenschaften sowie Art und Aufbau des GFK-Teiles

Optimale Nutzung der Verstärkungseigenschaften von Glasfasern

Auswahl der Harze und Herstellverfahren

Wirtschaftlichkeit

3.4. Glasgewebe aus E-Glas

Die für die Kunststoffverstärkung ausgewählten Gewebe aus E-Glas sind in LN 9169 angegeben, siehe Tabelle 5.

Tabelle 5 Übersicht über Gewebe aus E-Glas nach LN 9169

Werkstoff- Leistungs- blatt 1)	Bindung	Dicke		Flächen- gewicht ± 5% g/m ²	Reißkraft für Rohgewebe (Mindestwerte)	
		nach DIN 53 855 (Richtwerte) mm	im Prüf- laminat nach LN 65 071 mm		Kette N/cm	Schuß N/cm
8.4505	Leinwand $\frac{1}{1}$	0,10	0,07	78	170	170
8.4510		0,11	0,10	106	280	280
8.4515		0,18	0,15	160	340	340
8.4530		0,40	0,26	290	590	590
8.4544	Kreuz- Köper $\frac{1}{3}$	0,14	0,10	106	280	280
8.4548	Doppel- Köper $\frac{2}{2}$	0,18	0,14	160	340	340
8.4551		0,35	0,25	276	590	570
8.4554		0,45	0,35	390	840	730
8.4565	Atlas $\frac{1}{7}$ (5)	0,40	0,26	290	620	590
8.4567		0,40	0,26	290	620	590
8.4568		0,35	0,26	290	680	650
Undirektionale Gewebe						
8.4520	Leinwand $\frac{1}{1}$	0,25	0,19	217	840	100
8.4525		0,45	0,39	433	1540	180
8.4546	Kreuz- Köper $\frac{1}{3}$	0,33	0,25	285	1070	140

1) Werkstoffzustand .3 = mit Finish 112 für SI-Harze, z.B. 8.4505.3
.6 = mit Vulkan-A-Finish oder Finish 1 550 für PMMA-, UP- und EP-Harze,
z.B. 8.4505.6

1) Werkstoffzustand .3 = mit Finish 112 für SI-Harze, z.B. 8.4505.3

.6 = mit Volan-A-Finish oder Finish I 550 für PMMA-, UP- und EP Harze,
z.B. 8.4505.6

WERKSTOFFE FÜR FVW
AUSZUG AUS LN 29 936 (III)

AVS

FS-800903

Abb.: 1.5-15

2.2. Ungesättigte Polyester (UP)-Harze und -Harzformstoffe

Reaktionsharze im Anlieferungszustand

Vorteile: niedriger Preis, niedrige Viskosität, daher gute Tränkung der Verstärkungsmaterialien und leichte Verarbeitbarkeit, weitere Verdünnung mit Styrol ist ohne sonderliche Einbuße der Formstoffe an Festigkeit möglich.

Harzmatten

Vorteile: Härtung durch Polymerisation, die mit wenigen Gewichtsanteilen an Reaktionsmitteln eingeleitet werden kann. Obwohl die Härtung auch mittels UV- oder Elektronen-Strahlung möglich ist, werden im allgemeinen für die Warmhärtung (phlegmatisierte) Peroxide zugesetzt, für die Kalthärtung zusätzlich noch Beschleuniger. Diese Reaktionsmittel sind zu gering in der Menge, um wie bei EP-Harzen die Formstoffqualität wesentlich zu beeinflussen. Ihre Menge und ihre Auswahl beeinflusst jedoch die Härtungsgeschwindigkeit außerordentlich stark. Während die Warmhärtung (+80 bis +150 °C) meistens innerhalb weniger Minuten abläuft, kann die Kalthärtung so gesteuert werden, daß Gellier- bzw. Verarbeitungszeiten (auch Topfzeiten genannt) zwischen wenigen Minuten und einigen Stunden möglich sind. Diese Zeitspanne zwischen Reaktionsmittelzusatz und Gellieren des Harzes verläuft praktisch ohne Änderungen der Verarbeitungseigenschaften (kein stetiger Viskositätsanstieg wie bei EP-Harzmassen).

Nachteile: Der ~8 Vol-%ige Schwund beim Härten setzt im wesentlichen nach dem Gellieren ein, also im festen Zustand, ohne daß, wie bei EP-Harzen, Harzmasse nachfließen kann. Chemische Bindung ist nur an reaktiven Doppelbindungen möglich; vergleichsweise gehen EP-Harze und Isocyanate chemische Bindungen mit vielen "artfremden" Oberflächen ein, mit entsprechend besserer Haftung.

Seite 4 LN 29 936 Blatt 2

Die Härtung von UP-Harzmassen wird nur bei Spezialharzen durch Luftsauerstoff gefördert, daher können klebrige Flächen entstehen (Abhilfe: Abdecken oder Zusatz von Paraffinlösung bzw. von Polyisocyanatlösung). Vorteil der Luftinhibierung: stets guter Verbund beim Weiterlaminieren, was bei EP-Harz nicht immer gewährleistet ist.

Reaktionsharz-Formstoffe

Vorteile: Hohe Formbeständigkeit in der Wärme und Dauerwärmebeständigkeit mittels Kalthärtung leichter erreichbar als bei EP-Harz/Aminhärter-Formstoffen; gleiches gilt für die geringe Temperaturabhängigkeit der elektrischen und dielektrischen Eigenschaften und die Beständigkeit gegen Säuren. Formstoffe aus UP-Spezialharzen können säure- und laugenbeständig sein (EP-Harzformstoffe sind entweder säure- oder laugenbeständig). UP-Harzformstoffe haben im allgemeinen eine erheblich bessere Beständigkeit gegen oxidierende Medien (Salpetersäure, Bleichlauge, Wasserstoffperoxid) und gegen Bewitterung als EP-Harzformstoffe.

Nachteile: Infolge der geringeren Haftkräfte und wegen Schwunderscheinungen haben UP-Harzlaminate eine 10 bis 30% geringere Festigkeit als EP-Harzformstoffe und werden bei Druckwechselbelastung eher porös. Zu höheren Frequenzen hin nimmt ihre dynamische Belastbarkeit schneller ab (gilt oberhalb ~10 Hz). Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Schwindmarkierungen ist bei GFK mit UP höher als bei GFK mit EP. Nur bei Preßmassen und Prepreg (Harzmatten) gelingt es, jeglichen Schwind auszugleichen (Spezialharze, "low profile resins"). Im Vergleich zu anhydrid-gehärteten (also warmgehärteten) EP-Harzformstoffen ist der UP-Harzformstoff im allgemeinen weniger formbeständig in der Wärme, gleichgültig, ob er warm- oder kaltgehärtet wurde.

2.3. Silicon (SI)-Harze

2.4. Epoxid (EP)-Harzmassen

Der Härter muß dem Harz in einem stöchiometrischen Verhältnis beigegeben werden. Die Grundeigenschaften des Formstoffes werden infolgedessen vom Härter mitbestimmt.

Die Härtingsreaktion läuft ohne Abspaltung flüchtiger Bestandteile ab. Der auftretende Schwund ist relativ gering. Hieraus resultiert Härtung ohne Aufbringen äußeren Druckes sowie die Möglichkeit des Einbettens empfindlicher elektronischer Bauteile.

Die Verarbeitungseigenschaften der Reaktionsharzmasse sowie die Grundeigenschaften des ausgehärteten Formstoffes lassen sich durch Zugabe von Füllstoffen in den weitesten Grenzen variieren.

Insbesondere in Kombination mit textilem Glas als Verstärkungsmaterial wirken sich niedriger Schwund und hohe Haftfestigkeit verbessernd auf die Feuchtigkeitsbeständigkeit und dynamische Festigkeit des Verbundwerkstoffes aus.

Epoxidharze weisen damit eine Variationsbreite auf, die sie für viele Anwendungsfälle zum maßgeschneiderten Werkstoff werden lassen.

3. Glasfaserverstärkungen

3.1. Besondere Eigenschaften

Als Verstärkungsmaterial für GFK werden Textilglasfasern aus E-Glas (Aluminium-Bor-Silikat-Glas) verwendet, das einen Alkaligehalt von max. 0,8% aufweist.

Die besonderen Eigenschaften der Glasfasern sind:

- hohe Zugfestigkeit bei geringer vollelastischer Dehnung
- gute Formbeständigkeit, auch unter ungünstigen Bedingungen
- gute Wärmebeständigkeit
- Unbrennbarkeit
- chemische und mikrobiologische Widerstandsfähigkeit
- gute dielektrische Eigenschaften,

Seite 6 LN 29 936 Blatt 2

3.2. Physikalische Eigenschaften

- Feuchtigkeitsaufnahme — gegenüber organischen Fasern unbedeutend
- Temperaturbeständigkeit — abhängig von Temperaturhöhe und -einwirkungszeit
- erst bei ~300 °C und nach 24 Stunden Einwirkung ist ein geringer Festigkeitsabfall erkennbar

3.3. Auswahl von Glasfaserverstärkungen

Je nach Form, Beanspruchung und Aufbau der GFK-Teile werden verschiedene Arten von linen- und nachenförmigen Textilglasfasern als Verstärkungsmaterial verwendet, siehe Tabelle 4.

Verstärkte Kunststoffe

Werkstoffe für glasfaserverstärkte Kunststoffe

LN
29 936
Blatt 2

Reinforced plastics, materials for glass fibre reinforced plastics

Plastiques renforcés, matériaux pour matériaux plastiques renforcés par fibres de verre

Inhalt

	Seite
1. <u>Werkstoffe</u>	2
2. <u>Harze bzw. Harzmassen</u>	2
2.1. Polymethylmethacrylat (PMMA)-Harzmassen	2
2.2. Ungesättigte Polyester (UP)-Harze und -Harzformstoffe	3
2.3. Silicon (SI)-Harze	4
2.4. Epoxid (EP)-Harzmassen	4
2.5. Phenolformaldehyd (PF)-Harze	5
3. <u>Glasfaserverstärkungen</u>	5
3.1. <u>Besondere Eigenschaften</u>	5
3.2. <u>Physikalische Eigenschaften</u>	6
3.3. <u>Auswahl von Glasfaserverstärkungen</u>	6
3.4. <u>Glasgewebe aus E-Glas</u>	8
3.4.1. <u>Bindungsarten bei Glasgeweben</u>	9
4. <u>Vorimprägniertes Glasgewebe (Prepreg)</u>	9
5. <u>Formstoffe</u>	10
6. <u>Schrifttum</u>	11

1. Werkstoffe

Für Bauteile aus glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK), die je nach Verwendung und Beanspruchung in militärischem und zivilem Luftfahrtgerät eingebaut werden, wurde eine Auswahl von Harzen und Glasfaserverstärkungen zur Herstellung der Formstoffe in Werkstoff-Leistungsblättern (WL) festgelegt. Die in den WL-Blättern aufgeführten Eigenschaftswerte sind Mindestwerte und als Prüfergebnisse aus Kurzzeitversuchen zu betrachten.

Sofern Harze, Textilglasverstärkungen und daraus hergestellte Formstoffe mit ausländischen Erzeugnissen austauschbar sind, ist dies in den WL-Blättern auf Seite 2 in Zeile „Einsetzbar für“ angegeben.

2. Harze bzw. Harzmassen

Die genormten Harze (ohne Reaktionsmittel) und Harzmassen (mit Reaktionsmittel) sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1 Harze und Harzmassen

Werkstoff- Art	Leistungsblatt	Lieferart (Reaktionsmittel)	Anwendung
① PMMA-Harzmasse	5.1400	mit Härter	GFK-Teile und Verklebungen von Acrylglas
① UP-Harz	5.2000 ¹⁾	② ohne Beschleuniger	normalbeanspruchte GFK-Teile
	5.2001		GFK-Teile mit erhöhter Festigkeit
SI-Harz	5.2400	ohne Vernetzer	GFK-Teile beständig bis 260 °C
① EP-Harzmasse	5.3200	mit Härter und ggf. Beschleuniger	GFK-Teile und Prepreg
	5.3201 ¹⁾		GFK-Teile beständig bis 260 °C
	5.3202 ¹⁾		schwer brennbare GFK-Teile und Prepreg
PF-Harzmasse	5.3600	(kein Reaktionsharz)	GFK-Teile und Prepreg

¹⁾ Diese Harze bzw. Harzmassen werden mit verschiedener Viskosität geliefert; nähere Angaben siehe Werkstoff-Leistungsblatt

2.1. Polymethylmethacrylat (PMMA)-Harzmassen

PMMA-Harzmassen sind Lösungen von Polymethylmethacrylat in monomerem Methylmethacrylat. Der Feststoffanteil beträgt 20 bis 40 Gew. % (Polymeres in Monomerem).

PMMA-Harzmassen lassen sich nach Zusatz von bestimmten Peroxiden bei erhöhter Temperatur (Warmhärtung 40 bis 120 °C) oder nach weiterem Zusatz von Beschleunigern bei Raumtemperatur (Kalthärtung 0 bis 40 °C) in den festen Zustand überführen.

WERKSTOFFE FOR FVW
AUSZUG AUS LN 29 936 (I)

AVS

FS-800901

Abb.: 1.5-16

① Matrices für Segelfluggewebbau
② bei Speckelmasse ist Harz vorbeschleunigt

Harzkomponente g/cm ³	27,5	30,0	32,5	35,0	37,5	40,0	42,5	45,0	47,5	50,0	52,5	55,0	57,5	60,0	62,5	65,0	67,5
	Dichte des GFK - Laminates																
1,00	1,41	1,45	1,49	1,53	1,56	1,60	1,64	1,68	1,71	1,75	1,79	1,83	1,86	1,90	1,94	1,98	2,01
1,06	1,46	1,49	1,53	1,56	1,60	1,64	1,67	1,71	1,74	1,78	1,82	1,85	1,89	1,92	1,96	2,00	2,03
1,12	1,50	1,53	1,57	1,60	1,64	1,67	1,71	1,74	1,78	1,81	1,84	1,88	1,91	1,95	1,98	2,02	2,05
1,15	1,52	1,56	1,59	1,62	1,66	1,69	1,72	1,76	1,79	1,83	1,86	1,89	1,93	1,96	1,99	2,03	2,06
1,18	1,54	1,58	1,61	1,64	1,68	1,71	1,74	1,77	1,81	1,84	1,87	1,91	1,94	1,97	2,01	2,04	2,07
1,21	1,56	1,60	1,63	1,66	1,69	1,73	1,76	1,79	1,82	1,86	1,89	1,92	1,95	1,98	2,02	2,05	2,08
1,24	1,59	1,62	1,65	1,68	1,71	1,74	1,78	1,81	1,84	1,87	1,90	1,93	1,96	2,00	2,03	2,06	2,09
1,27	1,61	1,64	1,67	1,70	1,73	1,76	1,79	1,82	1,85	1,89	1,92	1,95	1,98	2,01	2,04	2,07	2,10
1,30	1,63	1,66	1,69	1,72	1,75	1,78	1,81	1,84	1,87	1,90	1,93	1,96	1,99	2,02	2,05	2,08	2,11
1,35	1,67	1,70	1,72	1,75	1,78	1,81	1,84	1,87	1,90	1,93	1,95	1,98	2,01	2,04	2,07	2,10	2,13
1,50	1,78	1,80	1,83	1,85	1,88	1,90	1,91	1,95	1,98	2,00	2,03	2,05	2,08	2,10	2,13	2,15	2,18
1,65	1,88	1,91	1,93	1,95	1,97	1,99	2,01	2,03	2,05	2,08	2,10	2,12	2,14	2,16	2,18	2,20	2,22
1,80	1,99	2,01	2,03	2,05	2,06	2,08	2,10	2,12	2,13	2,15	2,17	2,19	2,20	2,22	2,24	2,26	2,27
1,95	2,10	2,12	2,13	2,14	2,16	2,17	2,18	2,20	2,21	2,23	2,24	2,25	2,27	2,28	2,29	2,31	2,32
2,10	2,21	2,22	2,23	2,24	2,25	2,26	2,27	2,28	2,29	2,30	2,31	2,32	2,33	2,34	2,35	2,36	2,37
2,25	2,32	2,33	2,33	2,34	2,34	2,35	2,36	2,36	2,37	2,38	2,38	2,39	2,39	2,40	2,41	2,41	2,42
2,40	2,43	2,43	2,43	2,44	2,44	2,44	2,44	2,45	2,45	2,45	2,45	2,46	2,46	2,46	2,46	2,47	2,47

Harzkomponente g/cm ³	45,0	47,5	52,5	55,0	57,5	60,0	62,5	65,0	67,5	70,0	72,5	75,0	77,5	80,0	82,5	85,0
	Dichte des GFK - Laminates															
1,00	1,37	1,40	1,43	1,46	1,49	1,53	1,56	1,60	1,64	1,68	1,72	1,77	1,82	1,87	1,90	2,04
1,06	1,43	1,46	1,49	1,52	1,55	1,59	1,62	1,66	1,69	1,73	1,78	1,82	1,87	1,91	1,97	2,08
1,12	1,49	1,52	1,55	1,58	1,61	1,64	1,67	1,71	1,75	1,79	1,83	1,87	1,91	1,96	2,01	2,11
1,15	1,52	1,55	1,58	1,61	1,64	1,67	1,70	1,74	1,77	1,81	1,85	1,89	1,93	1,98	2,02	2,13
1,18	1,55	1,58	1,60	1,63	1,66	1,69	1,73	1,76	1,80	1,83	1,87	1,91	1,95	2,00	2,04	2,14
1,21	1,58	1,60	1,63	1,66	1,69	1,72	1,75	1,79	1,82	1,86	1,89	1,93	1,97	2,02	2,06	2,16
1,24	1,60	1,63	1,66	1,69	1,72	1,75	1,78	1,81	1,84	1,88	1,92	1,95	1,99	2,04	2,08	2,17
1,27	1,63	1,66	1,68	1,71	1,74	1,77	1,80	1,83	1,87	1,90	1,94	1,97	2,01	2,05	2,09	2,18
1,30	1,66	1,68	1,71	1,74	1,77	1,80	1,83	1,86	1,89	1,92	1,96	1,99	2,03	2,07	2,11	2,20
1,35	1,70	1,73	1,75	1,78	1,81	1,84	1,86	1,90	1,93	1,96	1,99	2,03	2,06	2,10	2,14	2,22
1,50	1,83	1,85	1,88	1,90	1,92	1,95	1,97	2,00	2,03	2,06	2,08	2,11	2,14	2,17	2,21	2,27
1,65	1,95	1,97	1,99	2,01	2,03	2,05	2,07	2,10	2,12	2,14	2,17	2,19	2,21	2,24	2,27	2,32
1,80	2,06	2,08	2,09	2,11	2,13	2,15	2,16	2,18	2,20	2,22	2,24	2,26	2,28	2,30	2,32	2,36
1,95	2,16	2,18	2,19	2,21	2,22	2,23	2,25	2,26	2,28	2,29	2,31	2,32	2,34	2,35	2,37	2,40
2,10	2,26	2,27	2,28	2,29	2,30	2,31	2,32	2,33	2,34	2,35	2,37	2,38	2,39	2,40	2,41	2,43
2,25	2,36	2,36	2,37	2,37	2,38	2,39	2,39	2,40	2,41	2,41	2,42	2,43	2,43	2,44	2,45	2,46
2,40	2,44	2,45	2,45	2,45	2,46	2,46	2,46	2,46	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,48	2,48	2,48

Die Dichte wurde nach der Formel:

$$\text{Dichte GFK} = \frac{\gamma (\text{Dichte Glas} - \text{Dichte Harz})}{100} + \text{Dichte Harz} \approx$$

$$\rho_{\text{GFK}} = \left(\frac{\rho_{\text{G}} - \rho_{\text{M}}}{100} \right) \cdot \gamma + \rho_{\text{M}}$$

errechnet und ist für luftblasenfreie Lamine aus E-Glas (Dichte 2,5 g/cm³) gültig. Die Menge der Lufteinschlüsse hängt vom Fertigungsverfahren ab und liegt üblicherweise bei max. 2 Volumenprozent.

Die Dichte wurde nach der Formel:

$$\text{Dichte GFK} = \frac{100}{\frac{\gamma}{\rho_{\text{G}}} + \frac{100-\gamma}{\rho_{\text{M}}}} \quad \Delta \rho_{\text{GFK}} = \frac{100}{\frac{\gamma}{\rho_{\text{G}}} + \frac{100-\gamma}{\rho_{\text{M}}}}$$

errechnet und ist für luftblasenfreie Lamine aus E-Glas (Dichte 2,5 g/cm³) gültig.

Die Menge der Lufteinschlüsse hängt vom Fertigungsverfahren ab und liegt üblicherweise bei max. 3 Gewichtsprozent.

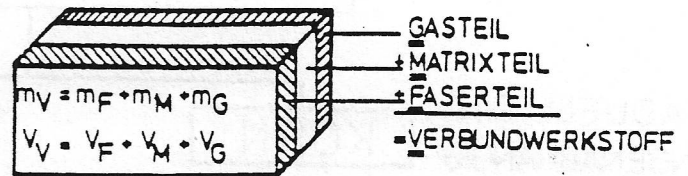
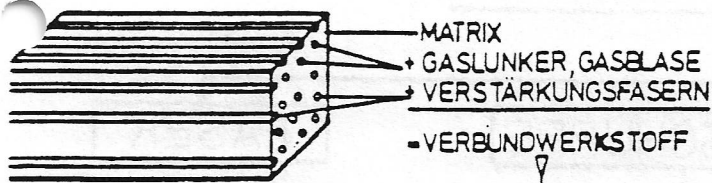
WET/URB

AVS

DICHTEKENNZAHLEN VON
GFK NACH LN 29006

FS-790508

ABB. 4.5-14



MASSE-UND VOLUMENKONSTANZ

$$m_V = \text{CONST}, V_V = \text{CONST},$$

$$\gamma = \frac{m_F}{m_V} = \text{FASERMASSEANTEIL}$$

< DEFINITION > $\gamma = \frac{V_F}{V_V} = \text{FASERVOLUMENANTEIL}$

$$= \frac{m_F}{m_F + m_M + m_G}$$

SONDERFÄLLE UND VEREINFACHUNGEN

$$= \frac{V_F}{V_F + V_M + V_G}$$

$$\gamma = \frac{m_F}{m_F + m_M}$$

$m_G = 0$ d.h. $m_G \ll m_V$
bzw.
 $V_G = 0$ d.h. BLASENFREIER WERKSTOFF

$$\gamma = \frac{V_F}{V_F + V_M}$$

- %

- %

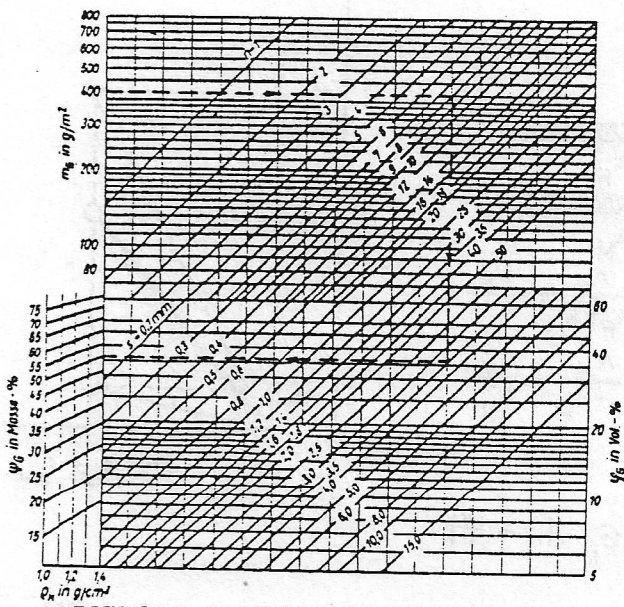
WET/URB

VS

FASERANTEIL: DEFINITION

FS-790506

ABB.:



$$\gamma = \frac{n \cdot m_G}{10 \cdot \rho_G \cdot s}$$

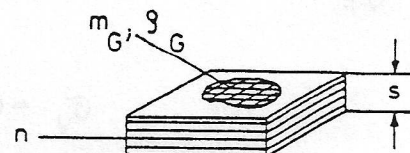
n = STÜCKZAHL LAGEN [St.]

m_G = FLÄCHENMASSE/ LAGE [g/m²·LAGE]

10 = FAKTOR

ρ_G = DICHT E GLAS [g/cm³]

s = LAMINATSTÄRKE [mm]



[QUELLE: WENDE, MOEBES, MARTEN]

WET/URB

VS

NOMOGRAMM FÜR GLASANTEIL VON GFK MIT FLÄCHENARTIGER VERSTÄRKUNG

FS-790507

ABB. 15.12

FORMEN DER VERSTÄRKUNGSMATERIALIEN:

RADUELL D.H.
ENGENABHÄNGIG



KORN

- MEHLIG
- SANDFÖRMIG
- KIESELFÖRMIG

SCHUPPE

SCHUPPIG

FASER

- NADELIG
- ENDLICH
- ENDLOS

EINFLUSS AUF DIE
MECH. EIGENSCHAF-
TEN DES VERBUND-
WERKSTOFFES



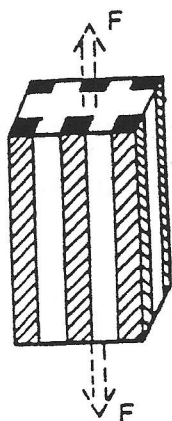
POTENTIELL, D.H.
ABHÄNGIG VON
ART, RICHTUNG,
MENGE.

[WET/URB]

=HR
3 KWI

EINFLUSS DER VERSTÄRKUNGS-
MATERIALIEN AUF DIE FK

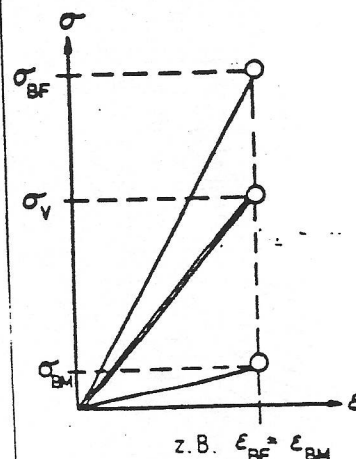
KV-76 09 12
ABB.: 1.5-10



■ - SUMME FASERQUER-
SCHNITT A_F
 □ - SUMME MATRIXQUER-
SCHNITT A_M

$$\varphi = \frac{A_F}{A_F + A_M} = \frac{A_F}{A_V}$$

$$(1-\varphi) = \frac{A_M}{A_F + A_M} = \frac{A_M}{A_V}$$



$$\sigma_V = \sigma_F \cdot \varphi + \sigma_M \cdot (1-\varphi)$$

DAS MODELL IST ERFASSBAR DURCH DIE GEMEINSAME DEHNUNG VON
MATRIX UND FASER

φ = FASERFLÄCHENANTEIL, $(1-\varphi)$ = HARZFLÄCHENANTEIL.

WET/URB

AVS

FW: BELASTUNGSMODELL FÜR DIE
THEORIE DER GEMEINSAMEN WIRKUNG

FS-79 05 05
ABB.: 1.5-11

	NATÜRLICHE FASERN	SYNTHETISCHE FASERN
ORGANISCHE FASERN	BAUMWOLLFASERN SISALFASERN JUTE HOLZFASERN ZELLULOSEFASERN	POLYESTERFASER¹⁾ POLYACRYLNITRILFASER²⁾ POLYAMIDFASER³⁾ AROMAT. POLYAMID⁴⁾ KOHLENSTOFF- BZW. GRAFIT-FASER
ANORGANISCHE FASERN	ASBEST-FASER	GLASFASER KIESELSÄUREFASER QUARZFASER KERAMISCHE FASER METALLFADEN EINKRISTALLE (WHISKERS)

1) DIOLEN[®], DACRON[®], TREVIRA[®], TERYLEN[®]

3) NYLON[®], PERLON[®]

2) ORLON[®], DRALON[®], DOLAN[®]

4) "KEVLAR 49" ARAMID[®]

ANWENDUNGSHÄUFIGKEIT =

- = SEHR HÄUFIG
- = HÄUFIG
- = WENIG, d.h. FÜR SONDERPRODUKTE
- = FÜR VERSUCHE UND NEUE ENTWICKLUNGEN

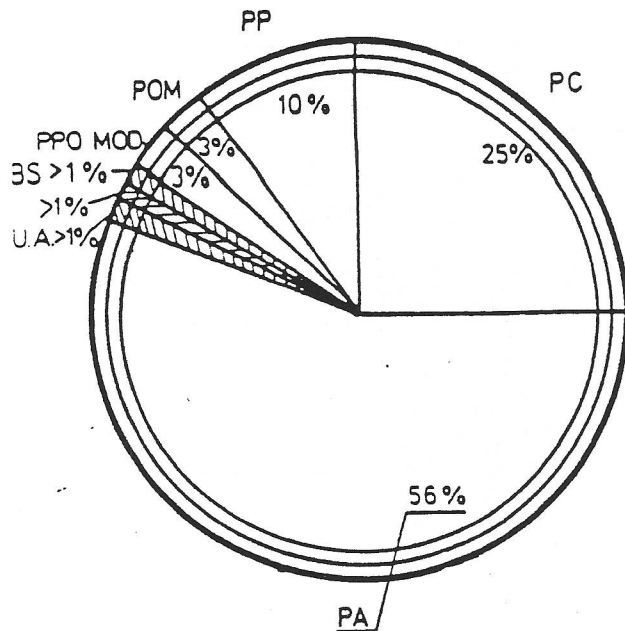
WET/YURB

F H R
3 K W I

EINTEILUNG DER GEBRÄUCHLICHSTEN
VERSTÄRKUNGSFASERN

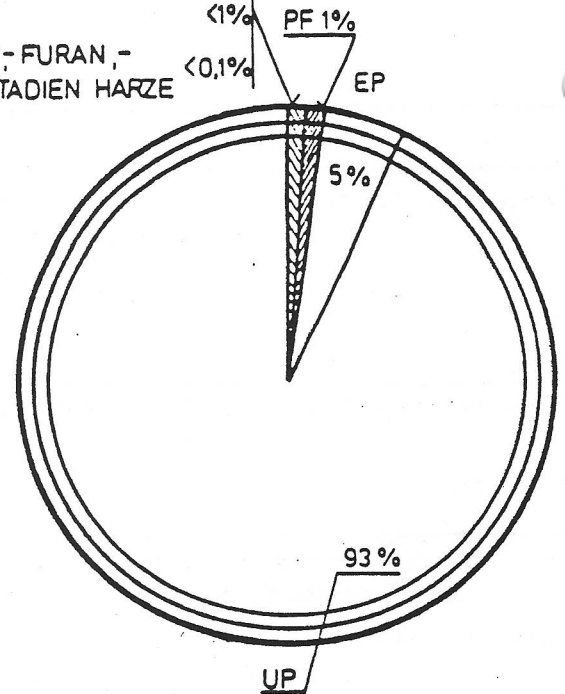
KV-76 09 14

ABEB.: 1.5-9



THERMOPLASTE

VINYLESTER HARZE <1%
 PMMA <1%
 SI <1%
 MF-FURAN,-
 BUTADIEN HARZE <0,1%



DUROPLASTE

ELLE: SELDEN, 29 TH SPI CONF.]

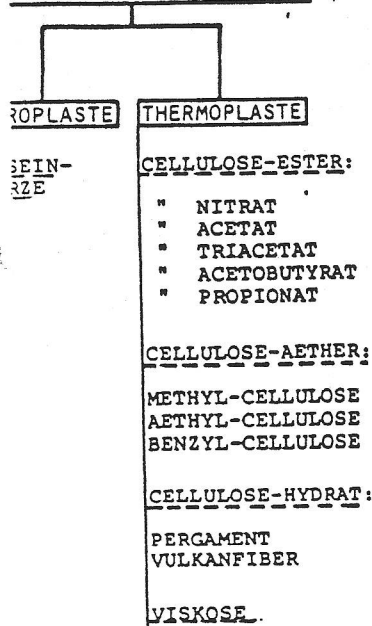
WET/URB

HR
KWI

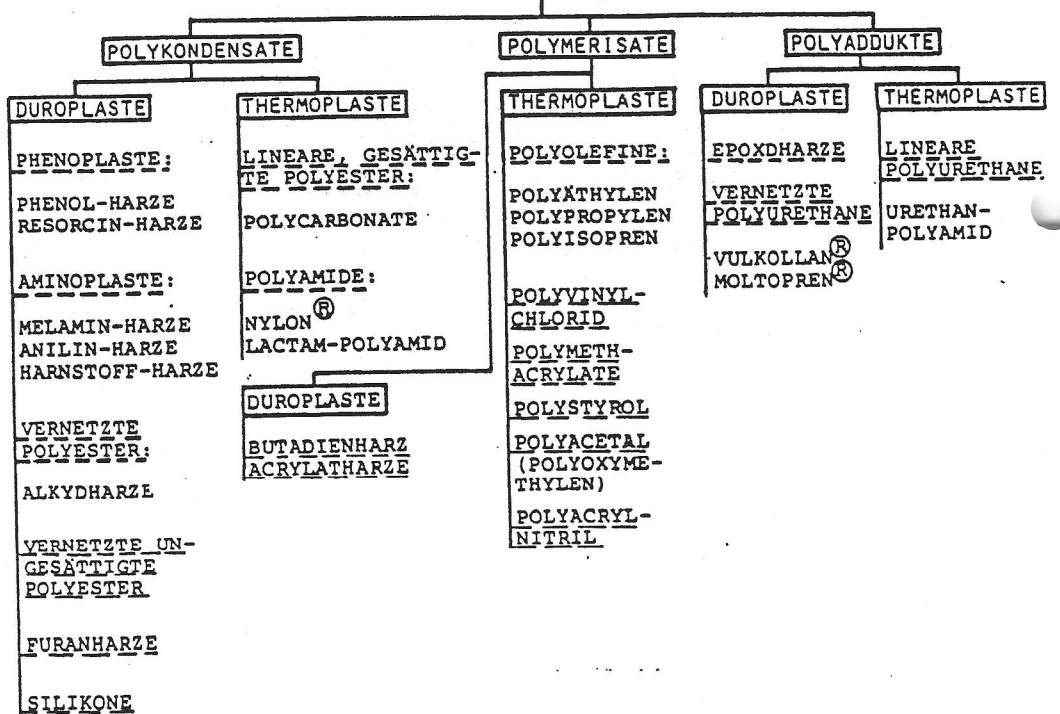
ANWENDUNGSHÄUFIGKEIT DER
DURO- UND THERMOPLASTE F. GFK

KV-76 03 18
ABB.: 1.5-7

GEWANDelte NATURSTOFFE



SYNTHETISCHE KUNSTSTOFFE



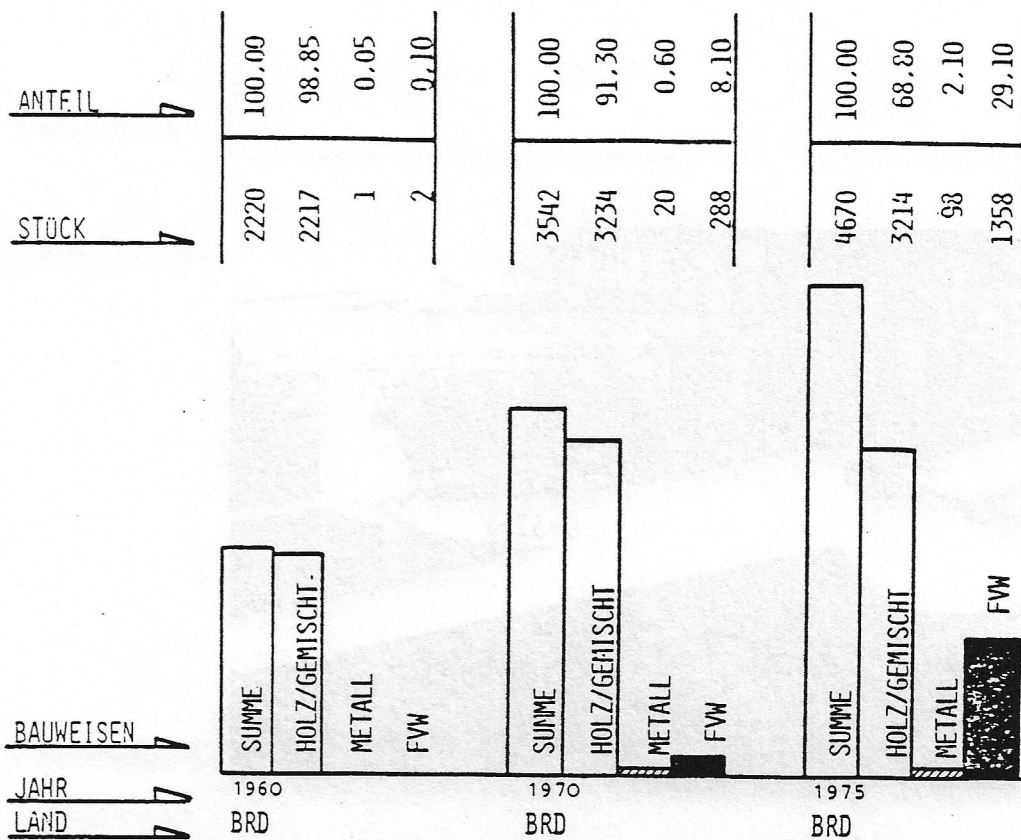
QUELLE: BAYER AG]

WET/URI

FHR
BKWI

ÜBERSICHT ÜBER DIE
WICHTIGSTEN KUNSTSTOFFE

KV-76 03 15
ABB.: 1.5-8



[QUELLE: GEISTMANN, DIE ENTWICKLUNG DER KUNSTSTOFFSEGELFLUGZEUGE]

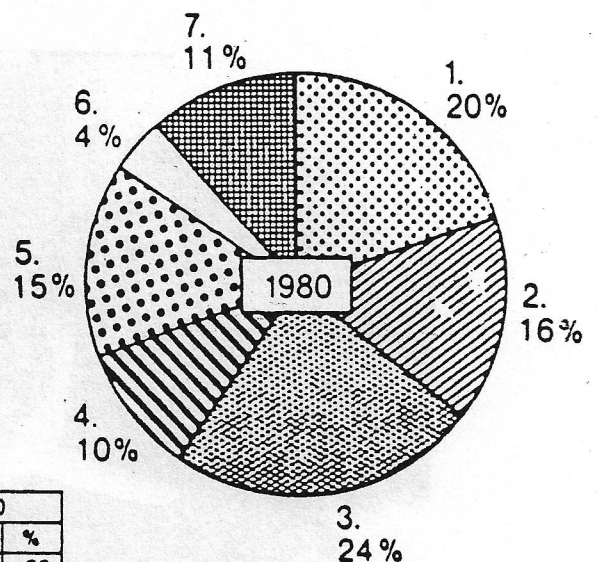
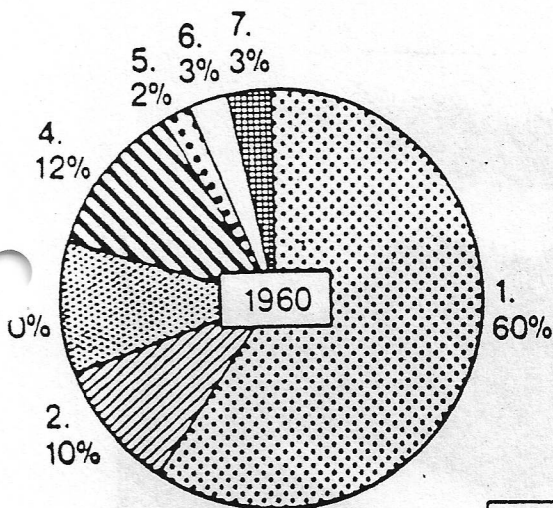
WET/URB

VS

SEGELFLUGZEUGE: ENTWICKLUNG DER STÜCKZAHLEN

FS-790504

ABB.: 1.5-5



1980			
lfd.Nr.	Anwendungsgebiet	t	%
1.	Bauwesen	24.000	20
2.	Rohre, Behälter	19.000	16
3.	Elektroindustrie	29.000	24
4.	Ind. Formteile	13.000	10
5.	Transport	18.000	15
6.	Boote	5.000	4
7.	Verschiedenes incl. Konsumgütern	13.000	11
Gesamt		121.000	100

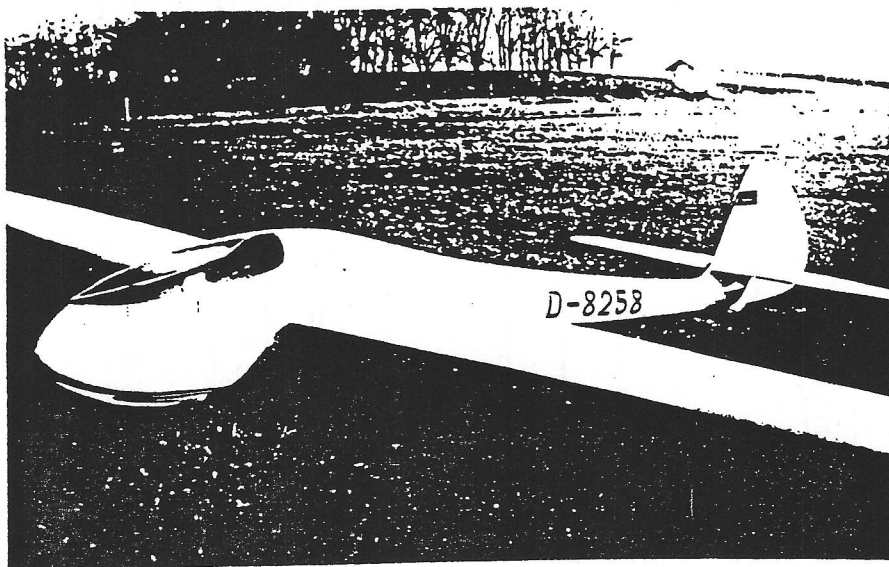
[QUELLE: VETROTEX]

WET/MR

FHR
3 KWI

VERSCHIEBUNG DER EINSATZGEBIETE
VON GFK SEIT 1960

KV-820921
ABB.: 1.5.-6



[WERKAUFNAHME MBB]

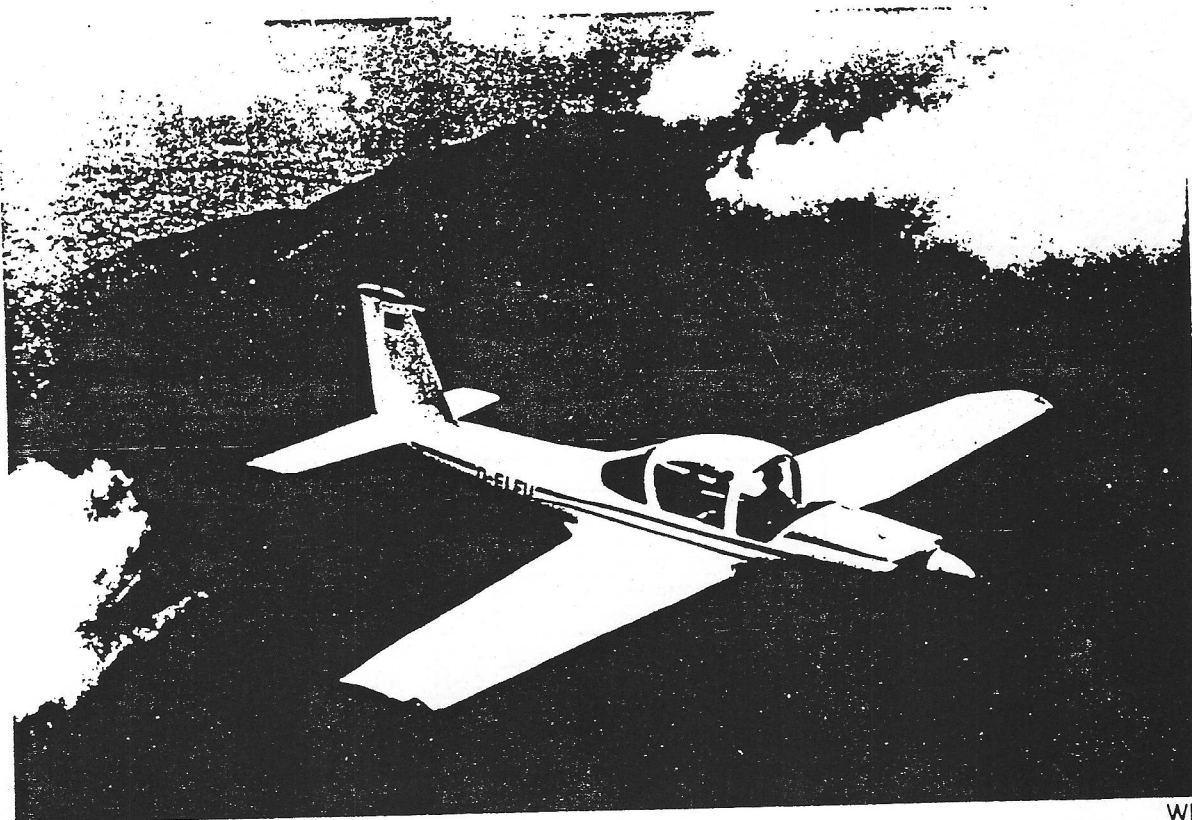
WET/URB

VS

fs-24 PHÖNIX, PROTOTYP

FS-79 0502

ABB.: 1.5-3



[WERKAUFNAHME LFU]

WET/URB

AVS

STUDIE EINES GFK-MOTOR-
FLUGZEUGES : LFU 205 (1968)

FS-790503

ABB.: 1.5-4

Erstflug	Flugzeugtyp	Konstrukteur/ Hersteller	Spannweite (m)	Flügelstäche (m ²)	Streckung (-)	Rumpflänge (m)	Rüstgewicht (kg)	Flächenbelastung (kg/m ²)	Stückzahl gesamt bis Anfang 1976	Bemerkungen
27. 11. 1957	fs-24 Phönix	Akallieg Stuttgart	16,00	14,36	17,8	6,84	164	18,5	8	niedrigste Flächenbelastung
31. 12. 1958	Hi-25 Kna	Eppler-Nägele/Wolf Hirth	11,90	9,88	14,3	6,85	120	22,3	1	Flügel einteilig
20. 8. 1960	H-30 TS	Hütter/Allgeier	15,00	9,53	23,6	6,10	195	29,9	1	Turbinensegler
2. 2. 1961	SB-6	Akallieg Braunschweig	18,00	12,95	25,0	7,50	260	27,0	1	
4. 1961	D-34 d	Akallieg Darmstadt	12,65	9,18	17,5	6,40	169	27,8	1	Flügel einteilig
5. 5. 1962	H-30 GFK	Hütter/Hänie	13,60	8,34	22,2	5,56	120	25,2	1	
21. 9. 1962	Ka-Bi-Vo	Bircher/van Voomveld	15,00	12,40	18,1	7,44	192	24,2	1	Flügel der Ka 6 CR
25. 10. 1962	SB-7	Akallieg Braunschweig	17,00	12,66	22,8	7,00	312	30,8	3	2 Flugz. in der Schweiz geb.
23. 12. 1962	BS-1	Björn Stender	18,00	14,10	23,0	7,58	337	28,4-32,0	2	
7. 3. 1964	H-301 Libelle	Glasflügel	15,00	9,53	23,6	6,20	185	31,6	111	Flügel der H-30 TS
28. 3. 1964	D-36	Akallieg Darmstadt	17,80	12,80	24,8	7,35	285	32,0	2	
11. 4. 1964	Phoebus A	Bölkow	15,00	13,16	17,1	6,98	210	22,5-26,5	120	Stückz. Phoeb. A + B zus.
5. 9. 1964	HBV-Diamant	Flug- u. Fahrz'w. Altenrh.	15,00	9,72	23,2	7,56	200	26,8-30,8	13	Flügel der H-301
31. 12. 1965	ASW-12	Waibel/Schleicher	18,30	13,00	25,8	7,35	296	31,0-33,0	15	
1. 2. 1966	fs-23 Hidalgo	Akallieg Stuttgart	13,00	7,00	24,1	5,00	102	27,1	1	
24. 5. 1966	Glasflügel BS-1	Glasflügel	18,00	14,10	23,0	7,50	344	32,5	18	
20. 1. 1967	Cirrus V 1	Holighaus/Schempp-Hirth	17,60	12,60	24,6	6,90	250	31,7	1	
25. 4. 1967	SB-8	Akallieg Braunschweig	18,00	14,10	23,0	7,70	260	26,0	2	
10. 5. 1967	Cirrus B	Holighaus/Schempp-Hirth	17,74	12,60	25,0	7,20	260	31,7	170	wird in Jugosl. weiter geb.
Mai 1967	LS-1 O	Lemke/Schneider	15,00	9,74	23,1	7,20	200	32,9	280	Stückzahl bis zur LS-1 f
25. 10. 1967	Standard-Lib. 201	Glasflügel	15,00	9,80	23,0	6,20	200	28,6-35,7	601	
18. 4. 1967	Phoebus C	Bölkow	17,00	14,08	20,6	6,98	243	23,0-32,6	133	von 1967-1970
30. 1. 1968	fs-25 Cuervo	Akallieg Stuttgart	15,00	8,53	26,4	6,48	142	29,3	1	Flügel fs-23 vergrößert
4. 1968	ASW-15	Waibel/Schleicher	15,00	11,00	20,5	6,48	215	29,0	460	ASW-15 + ASW-15 B
9. 8. 1968	Kestrel 401	Glasflügel	17,00	11,58	25,0	6,72	260	28,9-34,5	129	
23. 1. 1969	SB-9	Akallieg Braunschweig	22,00	15,48	31,3	7,50	321	27,0	1	Flügel der SB-8 vergrößert
26. 1. 1969	Nimbus-I	Holighaus/Schempp-Hirth	22,00	15,80	30,6	7,30	375	31,6	1	
20. 2. 1969	Standard-Cirrus	Holighaus/Schempp-Hirth	15,00	10,00	22,5	6,35	215	33,0-39,0	630	ab 1975: Cirrus 75
5. 8. 1969	D-37 Artemis	Akallieg Darmstadt	18,00	13,00	24,8	7,40	307	35,4	1	früher Motorsegler, jetzt Segelflugzeug
6. 3. 1970	Salto	Start + Flug	13,60	8,58	21,6	5,95	182	32,6-38,0	54	
30. 4. 1970	Glasflügel 604	Glasflügel	22,00	18,23	29,8	7,60	440	33,0-40,0	10	
27. 4. 1971	Nimbus-II	Holighaus/Schempp-Hirth	20,30	14,40	28,6	7,28	340	32,6-36,8	110	
17. 7. 1971	ASW-17	Waibel/Schleicher	20,00	14,84	27,0	7,55	395	32,0-38,4	51	
3. 5. 1972	LSD Ornith	Lemke/Schneider	18,00	12,40	28,1	7,50	288	33,4-36,8	1	Doppelsitzer
22. 7. 1972	SB-10	Akallieg Braunschweig	29,00	22,95	36,8	10,36	577	29,0-39,0	1	Doppelsitzer
29. 12. 1972	D-38	Akallieg Darmstadt	15,00	11,00	20,5	6,89	210	26,4-32,8	1	
10. 3. 1973	LS-2	Lemke/Schneider	15,00	10,29	21,9	6,80	240	33,0-37,0	1	Rumpf wie LS-1 f
14. 9. 1973	Club-Libelle 205	Glasflügel	15,00	9,80	23,0	6,40	217	29,0-35,7	140	
5. 3. 1974	LS-1 f	Lemke/Schneider	15,00	9,75	23,1	6,80	200	30,0-40,0	195	Flügel wie LS-1 d
10. 5. 1974	OG-100	Dirks-Glaser	15,00	11,00	20,5	7,00	230	28,0-38,0	45	
18. 5. 1974	Janus	Holighaus/Schempp-Hirth	18,20	16,60	20,0	8,57	380	28,0-37,0	12	Doppelsitzer
18. 8. 1974	Hippie	Start + Flug	10,00	9,00	11,1	5,20	35	13,4	24	Gleitflugzeug
19. 12. 1974	Astir CS	Grob	15,00	12,40	18,1	6,47	250	27,4-38,2	80	
21. 12. 1974	Hornet	Glasflügel	15,00	9,80	23,0	6,40	232	30,3-42,9	30	Flügel wie Club-Libelle
15. 6. 1975	fs-29	Akallieg Stuttgart	19,00	12,65	28,5	7,16	365	35,6-52,6	1	Teleskop-Flügel
9. 7. 1975	Mistral	Frommhold, Gaber, Fries, Strauber	15,00	9,40	23,9	6,67	213	33,0	1	
23. 11. 1975	ASW-19	Waibel/Schleicher	15,00	11,00	20,5	6,82	250	27,0-41,0	6	Flügel wie ASW-15
6. 2. 1976	LS-3	Lemke/Schneider	15,00	10,50	21,4	6,86	256	30,0-45,0	1	
20. 2. 1976	Mosquito	Glasflügel	15,00	9,80	23,0	6,40	242	31,3-45,9	1	Rumpf wie Hornet
18. 9. 1976	Mini-Nimbus	Holighaus/Schempp-Hirth	15,00	9,80	23,0	6,41	215	33,0-39,0	1	Flügel wie Mosquito
1976	DG-200	Dirks-Glaser	15,00	10,00	22,5	7,00	230	30,0-42,0	1	Rumpf wie DG-100
1976	Twin-Astir	Grob	17,50	17,90	17,1	8,10	330	24,9-36,3	1	Bau Doppelsitzer
	D-39	Akallieg Darmstadt	15,00	11,00	20,5	7,15	-	-	-	i. Bau Motorsegler
	ASW-20	Waibel/Schleicher	15,00	10,50	21,4	6,82	-	-	-	i. Bau
	H-121	Start + Flug	17,00	15,80	18,3	7,60	290	24,0-30,4	1	Bau Doppelsitzer
	Schulmeister									
	Speed-Astir	Grob	15,00	11,90	18,9	6,47	270	30,2-42,0	1	Bau
	Mü 27	Akallieg München	22,00	23,90/27,5/	17,80	10,30	480	29,3-40,0	1	Bau Doppelsitzer/Fowler
	B-12	Akallieg Berlin	18,20	16,58	19,97	8,67	402	29,9-35,1	1	Bau Doppels./Janus-Flügel
	FVA-20	Flugw.Ver. Aachen	15,00	12,80	17,6	7,00	230	26,6	1	Bau
	Phoebus	Eppler-Nägele/R. Lindner	15,00	-	-	-	-	-	-	i. Bau Wölbklappen-Automatik
	B-3 Flap.									

[QUELLE: D. GEISTMANN, ENTWICKLUNG DER KUNSTSTOFF -
SEGELFLUGZEUGE, MOTORBUCHVERLAG STGT.]

WET/URB

AVS

EINIGE DATEN DER GFK- FS-790501
SEGELFLUGZEUGENTWICKLUNG BIS 1976 ABB.: 1.5-2



durchgeführt werden.

Um solche Arbeiten auch an Flugzeugen in Faserverbundbauweise ausführen zu können, muß die Eignung hierfür in einer ganz spezifischen Werkstattüberprüfung festgestellt werden.

Prüfer

Neben dem Werkstattleiter und der Werkstatt mit Zulassung muß auch ein Prüfer vorhanden sein, der die Tätigkeiten beaufsichtigt und letztlich prüft. Die Prüforganisation ist laufend bemüht, den Prüfern die Möglichkeiten zur Aufrechterhaltung und Erweiterung ihres Wissens zu verschaffen, was z.B. durch Weiterbildungsmaßnahmen in den Betrieben der Flugzeughersteller geschieht.

Abgrenzung der "Wartung einschließlich kleiner Reparaturen"

Wenn es sich um kleinere Schäden handelt, oder die formalen Voraussetzungen für die Durchführung von großen Reparaturen fehlen, ist es für die Tätigkeit des Werkstattleiters besonders wichtig, die Grenzen der im Rahmen der Wartung zulässigen Arbeiten zu kennen. In verschiedenen Veröffentlichungen des LBA sind Wartungsarbeiten einschl. kleiner Reparaturen sinngemäß wie folgt angegeben:

Wartung und kleine Reparaturen dienen der Aufrechterhaltung der Lufttüchtigkeit und müssen nach den Angaben in den Wartungshandbüchern der Hersteller ausgeführt werden. Dazu gehören solche Arbeiten (einschl. Auswechseln geprüfter Teile), die mit einfachen Hilfsmitteln durchgeführt werden können und deren fehlerhafte Ausführung die Lufttüchtigkeit des Gerätes nicht beeinträchtigt. Die Nachprüfung von Wartungsarbeiten erfolgt in der Regel im Zusammenhang mit der nächstfolgenden Jahresnachprüfung.

Diese Regelung schließt sämtliche Reparaturen an den Primärstrukturen von Flugzeugen aus und erfordert eine vertiefte Kenntnis der Festigkeitsverbände neuer Segelflugzeugkonstruktionen. Nur bei einer sachkundigen und gründlichen Schadensanalyse läßt sich entscheiden, ob im Einzelfall noch eine "Kleine Reparatur" vorliegt.

In unserem LTB wird grundsätzlich der Prüfer, der anschließend die Lufttüchtigkeit feststellen soll, vor Beginn der Arbeiten durch den Werkstattleiter zur Erstellung eines Befundberichtes und zur Festlegung der Arbeitsverfahren herangezogen. Sind hierbei Flugzeuge in Faserverbundbauweise betroffen, werden für die Schadenanalyse die einschlägigen Veröffentlichungen des LBA (z.B. Rundschreiben vom Dez.1984 über die Schadenklassifizierung) zugrundegelegt. Über alle selbständig durchgeführten Maßnahmen muß ein ausführlicher Wartungsbericht vom Werkstattleiter oder dem Wart, der die Arbeiten durchgeführt hat, erstellt werden.

Über große Instandhaltungsarbeiten muß der LTB gegenüber der Überwachungsbehörde auskunftsfähig sein. Im TBH ist deshalb festgelegt, daß alle "Großen Reparaturen" und "Grundüberholungen" der Prüfleitung angezeigt werden müssen, bzw. daß deren Durchführung zu beantragen ist. Dem Antrage muß ein Befundbericht beigelegt werden, damit der Prüfleiter den Ablauf und den Umfang der abschließenden Nachprüfung überwachen kann.

Diese Regelung gilt sowohl für Holz- und Gemischtbauweise und für Faserverbundwerkstoffe generell. Darüberhinaus sind bei der Verarbeitung von CFK und AFK weitere Forderungen zu erfüllen, d.h. hier wird in jedem Falle die LBA-AS eingeschaltet und die Festlegungen des LBA-Rundschreibens 01-14/85

vom 18.6.1985 werden zugrundegelegt und beachtet.

6. Änderungen

Die Erfahrungen im Flugbetrieb oder bei der Serienherstellung erfordern recht häufig Änderungen an einem geprüften Baumuster zur Erhöhung der Flugsicherheit oder zur Verbesserung der Flugeigenschaften. Solche Änderungen dürfen nur in Übereinstimmung mit dem Hersteller vorgenommen werden, der die Maßnahmen im Einzelnen in einer Technischen Mitteilung bekannt gibt. Verschiedene Änderungen nicht alle werden aus Sicherheitsgründen angeordnet. Dazu erläßt das LBA eine Lufttüchtigkeitsanweisung. In diesen Fällen werden auch Fristen und ggfs. die nachprüfende Stelle angegeben.

Die Durchführung der Arbeiten, bzw. die Zuweisung bestimmter Arbeiten an das qualifizierte Personal ist Aufgabe des Luftfahrttechnischen Betriebes, die sich aus seiner Anerkennung herleitet.

7. Technische Vorschriften

Die Vielzahl technischer Vorschriften, die bei der Konstruktion und bei der Herstellung von Bauteilen im Flugzeugbau zu beachten sind, sowie die Erfüllung der Lufttüchtigkeitsanforderungen sind zunächst für den Hersteller von Luftfahrzeugen von großer Bedeutung. Er muß darüber im Rahmen der Prüfung des Gerätes als Muster die notwendigen Nachweise führen. Bei Instandhaltungsarbeiten muß an dem Einzelgerät die Übereinstimmung mit dem geprüften Baumuster erhalten bleiben, bzw. wieder hergestellt werden. Es darf also nicht probiert, konstruiert oder abgewandelt werden, sondern es wird nachgebaut, was festgelegt und geprüft worden ist.

Insofern hat der Werkstattleiter nur die reinen Verarbeitungsvorschriften der ihm vorgegebenen Werkstoffe zu beachten. Diese Unterlagen müssen ihm vor Beginn der Arbeiten zur Verfügung stehen. In seinem Arbeitsbericht muß er auch den Nachweis erbringen, daß er geprüftes Material verwendet hat (Liefererscheinung). Unbrauchbare Teile soll er kenntlich machen, im Sperrlager verwahren oder sofort vernichten. Sehr wichtig sind für ihn die Lagervorschriften der Werkstoffe, besonders bei Faserverbundwerkstoffen, und selbstverständlich die Arbeitsschutzbestimmungen.

W. Eilers, Techn.Referent im LVB

Die Instandhaltung im Luftfahrttechnischen Betrieb des Luftsportverbandes Bayern (LVB)

1. Allgemeines

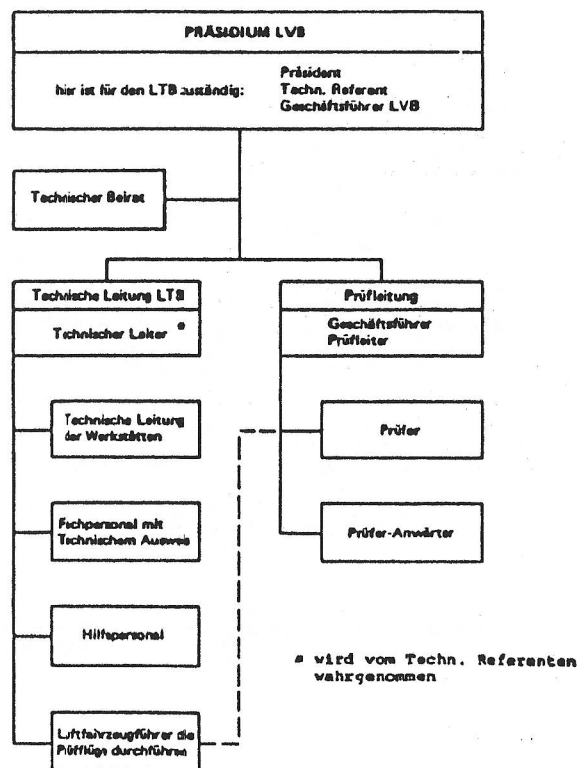
Nach §9 der Betriebsordnung für Luftfahrtgerät darf die "Gesamte Instandhaltung" von Luftfahrtgerät, dazu gehören auch Segelflugzeuge und Motorsegler, nur von Betrieben durchgeführt werden, die eine Anerkennung als Luftfahrttechnischer Betrieb (LTB) erhalten haben.

In dieser Anerkennung ist der genaue Umfang der Tätigkeiten festgelegt, die Anerkennung ist befristet und muß alle 24 Monate erneuert werden.

Der LVB ist als LTB nach §33 der Prüfordnung für Luftfahrtgerät anerkannt und darf damit die "Gesamte Instandhaltung", also auch "Große Reparaturen" und "Überholungen" von Segelflugzeugen und Motorseglern durchführen. Seit Mai 1985 gehören hierzu auch Segelflugzeuge und Motorsegler in Faserverbundbauweise.

2. Organisation des Luftfahrttechnischen Betriebes des LVB

Organisationsschema



* wird vom Techn. Referenten
wahrgenommen

3. Technisches Betriebshandbuch (TBH)

Jeder LTB muß im Rahmen seiner Anerkennung ein TBH führen.

Dieses TBH ist die verbindliche Anleitung für das Personal des LTB und enthält neben den organisatorischen Festlegungen sämtliche Angaben über den Tätigkeitsumfang des Personals, über die Prüforganisation und Aufstellung der Werkstätten. Jede zugelassene Werkstatt ist verpflichtet, ein TBH zur Verfügung zu halten.

4. Voraussetzungen für die Durchführung der Instandhaltung

4.1 Anerkennung

Die Anerkennung des LTB muß die beabsichtigten Arbeiten einschließen.

4.2 Zustimmung der Hersteller

Die Zustimmung der Hersteller des Luftfahrtgerätes muß vorliegen

- durch entsprechende Angaben in den Geräte-Kennblättern, oder
- durch anderweitige persönliche Beauftragungen des Herstellers.

4.3 Werkstattleiter

Der Werkstattleiter in einem Luftsportverein ist ein seit langem eingeführter und bekannter Begriff. Er ist festgelegt und abgegrenzt in den "Ausbildungsrichtlinien für das Technische Personal im DAeC" und insofern behördlich anerkannt, als er für die Wartung von Luftfahrtgerät als "Sachkundige Person" gilt (§9 Luft BO).

Der Werkstattleiter ist nach unserer Auffassung und nach den Festlegungen des Techn. Betriebshandbuches der "Technische Leiter" des Mitgliedsvereins und damit verantwortlich sowohl für das techn. Personal des Vereins, als auch für die Werkstatt.

Der Werkstattleiter ist also legitimiert und verantwortlich im Umfang seiner im Technischen Ausweis eingetragenen Berechtigungen, Instandhaltungsarbeiten auszuführen und zu beauftragen. Neben der Beachtung der technischen Regeln ist er insbesondere verpflichtet, die Festlegungen des TBH zu befolgen.

4.4 Werkstätten

Neben der fachlichen Eignung des Werkstattleiteres muß auch die Werkstatt, in der die Reparaturarbeiten durchgeführt werden sollen, eine geeignete Einrichtung und Ausrüstung besitzen.

Die Klassifizierung der Werkstätten erfolgt durch eine Werkstattüberprüfung, durchgeführt von den Prüfern der Prüforganisation. Die in dem dafür vorgesehenen Formblatt aufgeführten Daten ermöglichen es dem Referat Technik und der Prüfleitung, die Klassifizierung in 3 Klassen festzulegen.

Die Klassifizierung ist im TBH festgelegt.

Jeder Werkstattleiter ist der Prüfleitung gegenüber verantwortlich, daß nur solche Arbeiten an den Luftfahrtgeräten vorgenommen werden, für deren ordnungsgemäße Durchführung die Werkstatträume und ihre Ausstattung geeignet sind.

Änderungen der Werkstätten, welche eine neue Klassenbezeichnung zur Folge haben, sind umgehend der Prüfleitung zu melden.

In den bisher zugelassenen und im TBH einzeln aufgeführten Werkstätten des LVB dürfen bis auf wenige Ausnahmen größere Reparatur- und Überholungsarbeiten an Flugzeugen in Holz- und Gemischtbauweise

stoffe. In Zeichnungen oder sonstigen Unterlagen z.B. Technische Lieferbedr können weitgehend ohne besonderen fertigungstechnischen Aufwand ein

ist diese Norm anzugeben. rden.

2. Zulässige Toleranzen

Die Nennmaße für Laminatdicken ergeben sich aus der Summe aller Gewebelagendicken. Die Laminatdicken sind in den Werkstoff-Leistungsblätter für Gewebe aus E-Glas, Zelle 21 angegeben; sie entsprechen einem Glasgehalt von 43 Volumen%. Dies entspricht je nach der Dichte des Harzes einem Glasgehalt von 57 bis 63 Gewichts%.

Beim Pressen des Laminats darf soviel Harz herausgequetscht werden, daß der Glasgehalt auf 53 Volumen% (etwa 67 bis 72 Gewichts%) ansteigt. Dabei verringert sich die Wanddicke auf die untere Toleranzgrenze. Der Einfluß des Pressens auf die Laminatdicke und den Glasgehalt ist im Diagramm, siehe Bild 1 auf Seite 3, dargestellt.

2.1 Laminatdicken

Tabelle 1. Zulässige Toleranzen für Laminatdicken (Werte in mm)

Toleranz für Verfahren	Nennmaßbereich									
	bis 0,6	über 0,6 bis 0,7	über 0,7 bis 1	über 1 bis 1,6	über 1,6 bis 2,2	über 2,2 bis 3,6	über 3,6 bis 5	über 5 bis 7,5	über 7,5 bis 10	über 10
H (Handverfahren)	+0,2 0	+0,3 0	+0,4 0	+0,5 0	+0,6 -0,1	+0,7 -0,2	+0,8 -0,3	+0,9 -0,4	+1 -0,6	
P (Preßverfahren)	0 -0,1	0 -0,13	0 -0,15	0 -0,25	0 -0,3	0 -0,4	0 -0,7	0 -0,8	0 -1,2	0 -1,6

2.2 Längenmaße

Tabelle 2. Zulässige Toleranzen für Längenmaße *) (Werte in mm)

Toleranz für Verfahren	Nennmaßbereich											
	über 3 bis 6	über 6 bis 30	über 30 bis 120	über 120 bis 315	über 315 bis 1000	über 1000 bis 2000	über 2000 bis 4000	über 4000 bis 8000	über 8000 bis 12000	über 12000 bis 16000	über 16000 bis 20000	über 20000
H und P	±0,2	±0,6	±0,8	±1,2	±2	±3	±4	±5	±6	±7	±8	

*) entspricht DIN 7168 Blatt 1 (870) "grob"

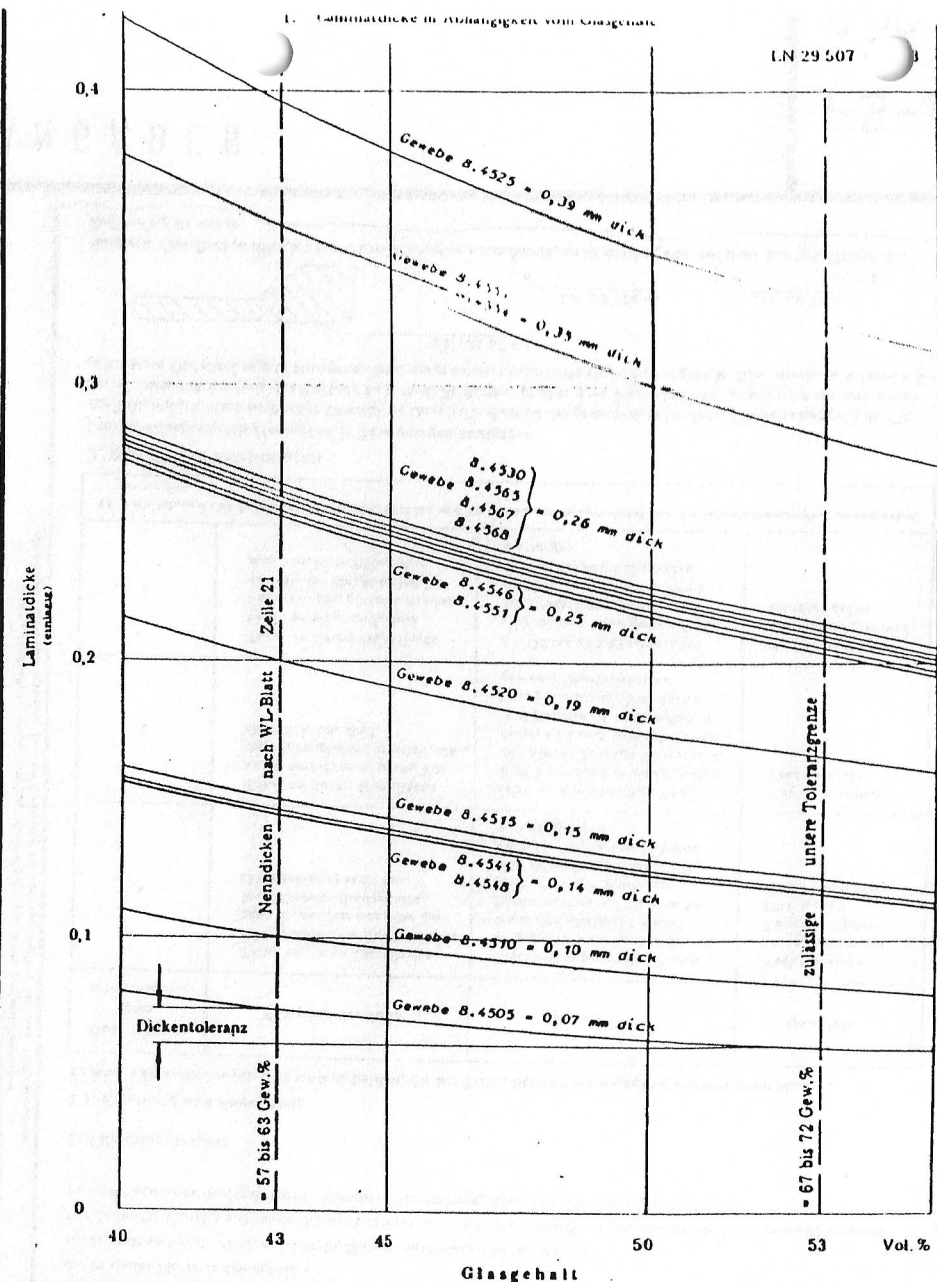
Seite 2 LN 29 507

2.3 Winkelmaße

Tabelle 3. Zulässige Toleranzen für eingetragene Winkelmaße *)

Toleranz für Verfahren	Nennmaßbereich in mm (Länge des kürzeren Schenkels)							
	bis 10 mm je 100 mm	über 10 bis 50 mm je 100 mm	über 50 bis 120 mm je 100 mm	über 120 mm je 100 mm				
H und P	±1° 30'	2,5	±50'	1,5	±25'	0,7	±15'	0,4

*) Entspricht DIN 7168 Blatt 1 (8.10) "grob"



1. Zweck und Geltungsbereich

Die Oberflächenbeschaffenheit von Teilen aus faserverstärkten Formstoffen muß den Forderungen entsprechen, die in dieser Norm festgelegt sind.

Diese Norm ist anzuwenden, wenn in Zeichnungen darauf verwiesen ist.

Die Güte der Oberflächenbeschaffenheit richtet sich nach den Anforderungen, die an die Teile gestellt werden. Entsprechend den Anforderungen kommen Oberflächengüten nach Abschnitt 2 in Betracht.

2. Oberflächengüte

2.1. Einteilung und Anwendung

Es sind 3 Oberflächengüten zu unterscheiden, die bei Teilen bestimmter Kategorie anzuwenden sind.

Oberflächen- güte Kennzeichen	Kategorie der Teile	Merkmale ¹⁾	Beispiele
1	Teile, an deren Oberfläche aerodynamische Forderungen gestellt werden oder die eine Harz-Oberflächenschicht (Feinschicht) erhalten.	Glatt und regelmäßig. Poren $\leq \varnothing 0,5$ mm sind zulässig, wenn der Abstand zweier Poren mindestens 12 mm beträgt. Poren $> \varnothing 0,5$ mm sind zu beseitigen. Dies gilt auch für Verstärkungen und Überlappungen.	Verkleidungen Seitenrudernase Bugradklappen Übergänge Kühlflüklappen
2	Teile, an deren Oberfläche keine aerodynamischen Forderungen gestellt werden, die aber sichtbar sind.	Glatt und regelmäßig. Poren $\leq \varnothing 3$ mm sind zulässig, wenn der Abstand zweier Poren mindestens 12 mm beträgt. Poren $> \varnothing 3$ mm sind zu beseitigen. Dies gilt auch für Verstärkungen und Überlappungen.	Verkleidungen Trennwände
3	Teile, an deren Oberfläche keine aerodynamischen Forderungen gestellt werden und die im eingebauten Zustand nicht sichtbar sind.	An Glätte und Ebenheit im allgemeinen keine besonderen Anforderungen. Poren sind zulässig, sofern sie die Funktion des Teiles nicht beeinträchtigen.	Außenflächen von Luftleitungen und Gerätekästen

1) Verbindungs- und Paßstellen für Kleben, Dichten und Nieten müssen entsprechend den Fertigungsvorschriften nachgearbeitet werden.

3. Angaben in Zeichnungen

Die Oberflächenbeschaffenheit ist in Zeichnungen anzugeben.

An Teilen mit unterschiedlicher Oberflächenbeschaffenheit ist die gesondert geforderte Oberflächengüte an die betreffende Flächenlinie des Bauteils zu setzen. Zusätzlich ist über dem Schriftfeld der Zeichnung die allgemein geforderte Oberflächengüte anzugeben und die gesondert geforderte Oberflächengüte in Klammern zu setzen, z.B.:

LN 29 506-1

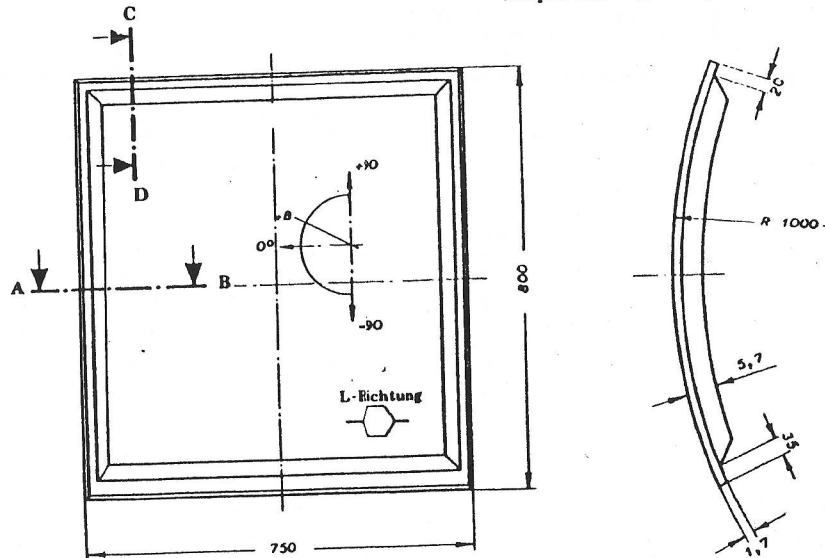


LN 29 506-3

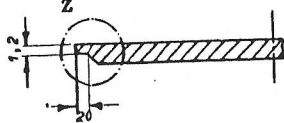
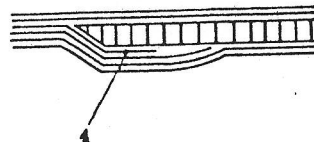
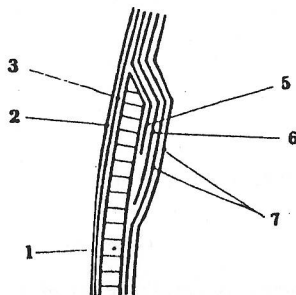
(LN 29 506-1)

Bind alle Oberflächen mit gleicher Oberflächenbeschaffenheit auszuführen, so ist die Angabe nur über das Schriftfeld der Zeichnung zu setzen.

Beispiel einer Zeichnung



Schnitt A-B

Einzelheit Z
(schematisch)Schnitt C-D
(schematisch)

Position	Faserrichtung oder Kettrichtung
2	+ 45
3	- 45
4	0°

Harzmasse: 5.2000.02
Beanspruchungsklasse III nach LN 65 086

LN 29 506 Seite 3

FVW, ZEICHNUNGSANGABEN
AUSZUG A¹¹s LN 29 505

Teile aus faserverstärkten Formstoffen
Angaben in Zeichnungen und Stücklisten

LN
29 505

1. Zweck

Zweck dieser Norm ist festzulegen, wie der konstruktive Aufbau von Teilen aus faserverstärkten Formstoffen in Zeichnungen und Stücklisten anzugeben ist. Die Angaben beziehen sich vornehmlich auf Werkstoffkomponenten wie Harzmassen, Verstärkungsmaterialien und deren Anordnung im Laminat.

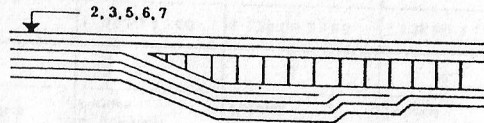
2. Zeichnungen

Da sich Teile aus Faserverstärkungen und Harzmassen bzw. Reaktionsharzmassen zusammensetzen, werden sie in Zeichnungen und Listen als Gruppe behandelt. Beispiel einer Zeichnung siehe Seite 4. Bei Verwendung von Prepreg sind die einzelnen Prepreglagen anzugeben.

2.1. Faserverstärkungen

Jede Faserverstärkung, die sich in Gewebart, Abmessung und Faserrichtung von anderen unterscheidet, erhält in den Zeichnungen eine eigene laufende Nummer. Soweit erforderlich, sind die Verstärkungslagen in Schnitten oder Einzelheiten schematisch darzustellen. Die Darstellungen brauchen nicht maßstäblich zu sein. Beispiel siehe Seite 4.

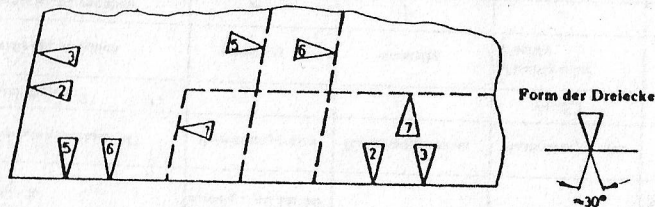
Zusätzlich zu der auf Seite 4 angegebenen Eintragung der Positionen (laufenden Nummer) kann auch nach folgendem Beispiel verfahren werden:



Die Positionen (laufende Nummern) der Stückliste sind in der Reihenfolge aufzuführen, wie die Verstärkungslagen folgen sollen, beginnend an der mit Pfeil gekennzeichneten Seite.

In der Draufsicht können die Kanten von übereinanderliegenden Verstärkungslagen mit einem Dreieck bezeichnet werden, in welches die laufende Nummer der entsprechenden Lagen eingetragen wird.

Beispiel:



2.2. Faser- und Wabenorientierung

Aus Gründen der Festigkeit ist es erforderlich, die Faserrichtung bei Rovings oder unidirektionalen Gelegen sowie die Ketttrichtung bei Geweben in einer Tabelle auf der Bauzeichnung einzutragen.

In der Ansicht, in der die Faser- oder Ketttrichtung zu sehen ist, muß ein Achsenkreuz eingetragen werden zur Definition eines Faser- oder Ketttrichtungswinkels.

Die Lagen sind mit laufenden Nummern zu versehen und in der Tabelle Spalte "Lfd. Nr." einzutragen. Die Winkel zwischen den einzelnen Lagen sind in Spalte "Faser- oder Ketttrichtung" als Winkel einzutragen. Für im Winkelverfahren herzustellende Teile ist die Faserrichtung in der Fertigungsvorschrift anzugeben.

Die Wabenorientierung ist mit Hexagonalsymbol in Zeichnungsdraufsicht einzutragen und außerdem mit dem Zusatz "L-Richtung" zu beschriften.

Falls andere Oberflächengüte als die nach LN 65 085 Abschnitt 2.9 festgelegten, vorgeschrieben werden, ist dies in der Zeichnung anzugeben.

2.4. Laminatdicke

Die Laminatdicke muß in der Zeichnung vorgeschrieben werden. Sie ist gleich der Summe der einzelnen Lagedicken (siehe Werkstoff-Leistungsblätter für Gewebe aus E-Glas Zeile 21). Bei Verwendung einer Oberflächenschicht (Feinschicht) erhöht sich die Laminatdicke um etwa 0,3 mm.

2.5. Zulässige Abweichungen für Maße ohne Toleranzangabe

Sollen für Teile ohne Toleranzangabe zulässige Abweichungen gelten, wie sie mit werkstatüblicher Genauigkeit erzielt werden und in LN 29 507 festgelegt sind, so ist im Schriftfeld der Zeichnung diese Norm einzutragen.

2.6. Oberflächenbeschaffenheit

Die Oberflächenbeschaffenheit ist nach LN 29 506 in der Zeichnung anzugeben.

2.7. Beanspruchungsklassen

Nach LN 65 085 sind die Teile in die Beanspruchungsklassen I, II und III eingeteilt. Die jeweilige Beanspruchungsklasse ist auf der Zeichnung über dem Schriftfeld anzugeben, siehe Beispiel Seite 3.

2.8. Fertigungsvorschrift

Läßt sich die Fertigung eines Teiles in der Zeichnung nicht eindeutig darstellen, so ist eine Fertigungsvorschrift (FV) anzuarbeiten.

2.9. Prüfanweisung

Wird für Teile der Beanspruchungsklasse I und II eine Prüfanweisung nach LN 65 085 erstellt, so ist diese auf der Zeichnung über dem Schriftfeld anzugeben.

3. Stückliste (Beispiel einer Stückliste siehe Seite 4)

3.1. Laufende Nummern

Laufende Nummern in der Zeichnung und Stückliste müssen übereinstimmen. Die Teile und Werkstoffe sind in folgender Reihenfolge aufzuführen:

- In das Laminat eingebettete Teile
- Faserverstärkungen bzw. Prepreg in der Reihenfolge des Auflegens
- Harzmassen (Harze, Reaktionsmittel)

3.2. Faserverstärkungen und Prepreg

Faserverstärkungen und Prepreg nach LN 29 549 werden mit Werkstoff-Kennzahl ¹⁾ in der Spalte "Werkstoff" angegeben.

Jede Verstärkung erhält eine Sach-Nummer, ggf. mit dem Zusatz "o. Z." (ohne Zeichnung).

3.3. Harze und Reaktionsmittel nur für Naßlamine

Mit je einer laufenden Nummer werden die Harzmassen bzw. Harze und Reaktionsmittel mit ihrer Benennung und Werkstoff-Kennzahl ¹⁾ eingetragen. Eintragsbeispiele für UP-Harze und Reaktionsmittel, siehe Seite 4.

Mitgeltende Unterlagen:

- LN 29 506 - Teile aus faserverstärkten Formstoffen; Oberflächenbeschaffenheit
- LN 29 507 - Teile aus faserverstärkten Formstoffen; zulässige Abweichungen für Maße ohne Toleranzangabe
- LN 29 549 - Textilglas, Vorimprägnierte Gewebe aus E-Glas (Prepreg)
- LN 65 085 - Teile aus glasfaserverstärkten Formstoffen; Technische Lieferbedingungen

¹⁾ siehe Werkstoff-Handbuch der Deutschen Luftfahrt, Teil II

Seite 2 LN 29 505

Anerkannt durch Bundesminister der Verteidigung und durch Luftfahrt-Bundesamt
Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Normenstelle Luftfahrt 7527 Linsiedeln

AVS

F V W, ZEICHNUNGSANGABEN
AUSZUG AUS LN 29 505 UND 29 506

FS-800911

Abb.: 1.3-8

1. Verarbeitungsverfahren	Handverfahren	Faserspritzverfahren	Vakuum	Kaltpreßverfahren	Naßpreßverfahren	Warmpreßverfahren Pressen von fließfähigen Prepreg	Per- fließ in nicht Prepreg	Wickelverfahren	Schleuderverfahren	Profilziehverfahren	Kontinuierliches Laminierverfahren
Formen	offen, ein- oder mehrteilig	offen, ein- oder mehrteilig	offen, ein- oder mehrteilig	geschlossen zweiteilig	geschlossen zweiteilig	geschlossen, zwei- oder mehrteilig	geschlossen, zwei- oder mehrteilig	ein- oder mehrteiliger Kern	ein- oder mehrteilige Außenform	ein- oder mehrteilige Zieh- oder Zieh- düse, Kern möglich	Großanlage
Formenwerkstoff	Holz, Gips, Kunststoffe, Metall	Holz, Gips, Kunststoffe, Metall	Holz, Gips, Kunststoffe, Metall	gefüllte, verstärkte Kunststoffe (Metall)	Stahl (verstärkte Kunststoffe)	Stahl	Stahl	Stahl, niedrig schmelzbare und löslische Substanzen, Holz, Kunststoffe	Metall (Kunststoffe)	Metall	—
Harzarten	Polyesterharze Epoxidharze Methacrylatharze Butadienharze Siliconharze	Polyesterharze	Polyesterharze Epoxidharze Siliconharze	Polyesterharze Epoxidharze	Polyesterharze Epoxidharze Butadienharze Siliconharze	Polyesterharze	Polyesterharze Epoxidharze Butadienharze Phenolharze Methacrylharze Harnstoffharze Siliconharze	Polyesterharze Epoxidharze Methacrylatharze Butadienharze Siliconharze	Polyesterharze Epoxidharze Siliconharze	Polyesterharze Epoxidharze	Polyesterharze Epoxidharze Methacrylatharze
Verstärkungsart und Glasgehalt in Gewichts-%	Matten: 20 bis 30 Gewebe: 35 bis 50 Roving: 40 bis 50	Roving: 20 bis 30	Matten: 30 bis 35 Gewebe: 40 bis 50	Matten: 30 bis 40 Vorformlinge aus Roving: 30 bis 50	Matten: 35 bis 50 Gewebe: 55 bis 65 Vorformlinge aus Roving: 30 bis 50	Matten: 25 bis 35	Matten: 25 bis 35 Gewebe: 50 bis 65	Roving Matten: 60 bis 80 Gewebe (Bänder)	Matten: 25 bis 35 Gewebe: 30 bis 40 Roving: 25 bis 35	Roving Spinnroving Garne: 45 bis 80 Gewebe	Roving: 15 bis 30 Matten: 15 bis 30 Gewebe: 25 bis 55
Verarbeitungstemperatur °C	Raumtemperatur	Raumtemperatur	Raumtemperatur	bis 60	80 bis 130 ²⁾ 150 bis 200	120 bis 160	120 bis 160	Raumtemperatur nachhärten bei erhöhter Temp.	Raumtemperatur nachhärten bei erhöhter Temp.	bis 160	bis 120
Arbeitsdruck N/mm ² ¹⁾	—	—	bis 0,1	bis 0,1	1,0 bis 3,0	5,0 bis 15	8,0 bis 25	Wickelspannung	Zentrifugalkraft	—	—
glatte Oberfläche möglich	einseitig	einseitig	einseitig oder allseitig	beidseitig	beidseitig	beidseitig	beidseitig	einseitig	einseitig	allseitig	allseitig
Oberflächenschicht möglich	ja	ja	ja	bedingt	bedingt	nein	nein	ja	ja	nein	ja
Wanddickenunterschiede möglich	ja	ja	ja	begrenzt	nein	ja	begrenzt	ja	nein	—	nein
Verstärkungsrippen möglich	ja	ja	bedingt	ja	ja	ja	ja	nicht üblich	nicht üblich	—	ja
Hinterschneidungen möglich	bei geteilten Formen	bei geteilten Formen	bei geteilten Formen	nein	nein	ja	ja	ja	nein	—	—
empfohlene Mindestinnenradien mm	5	5	5	3	3	0,5	3	—	—	1	5
empfohlene Seitenneigung ¹⁾	1 : 25 bis 1 : 50	1 : 25 bis 1 : 50	1 : 25 bis 1 : 50	1 : 50 bis 1 : 100	1 : 50 bis 1 : 100	1 : 50 bis 1 : 100	1 : 50 bis 1 : 100	—	—	—	—
Markierung an der Oberfläche möglich	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	ja	nein	nein
Einbettungen möglich	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Taktzeiten (Richtwerte)	30 Minuten bis zu mehreren Tagen	30 Minuten bis zu mehreren Tagen	30 Minuten bis zu 4 Stunden	5 bis 30 Minuten	2 bis 10 Minuten	2 bis 5 Minuten	2 bis 5 Minuten	—	10 Minuten bis zu mehreren Stunden	—	—
nachträgliches Bearbeiten erforderlich	ja	ja	ja	ja	wenig	wenig	wenig	ja	wenig	nein	nein
Reproduzierbarkeit	ausreichend	ausreichend	mittel	mittel bis gut	mittel bis gut	gut	gut	gut	gut	gut	gut
Investitionen	gering	mittel	mittel	mittel bis hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch
Arbeitsintensität	hoch	hoch	hoch	mittel	mittel	gering	gering	gering	gering	gering	gering
Anwendung	kleine Serien, großflächige Teile	für großflächige Teile, Auskleidungen	Einzelfertigung	Einzelfertigung	Serienfertigung	Serienfertigung	Serienfertigung	Serienfertigung Rohre, Behälter	Serienfertigung Rohre, Behälter	Serienfertigung	Serienfertigung

LN 29 936 Blatt 3 Seite 3

1) Abhängig von der Formtiefe
2) Gelten im allgemeinen für Polyesterharze

F V W, VERARBEITUNGSVERFAHREN
AUSZUG AUS LN 29 936 (II)

AVG

FS-800909

Abb. 13-7

Verstärkte KunststoffeVerarbeitungsverfahren
Anwendung von Trennmitteln bei FormwerkzeugenLN
29 936
Blatt 3Reinforced plastics, methods of processing, application of release agents on molding tools.
Plastiques renforcées, méthodes de transformation, application d'agents de démoulage.

Inhalt:

Seite

1. Verarbeitungsverfahren	3
2. Anwendung von Trennmitteln bei Formwerkzeugen	5
2.1. Allgemeines	5
2.2. Vorbehandlung der Formwerkzeuge	5
2.3. Arten von Trennmitteln	5
3. Auftragen streichbarer und sprühbarer Trennmittel	6
3.1. Wachspaste	6
3.2. Polyvinylalkohol (PVAL)-Lösung	6
3.3. Metallseifen-Lösung	6
3.4. PTFE-Sprühmittel	6
3.5. Siliconöl	6
3.6. Siliconharz-Trennmittel	6
4. Wartung des Werkzeuges und Reinigung der Teile	6
5. Anwendung von Folien	6

Anerkannt durch Bundesminister der Verteidigung und durch Luftfahrt-Bundesamt
Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Normenstelle Luftfahrt, 7022 Leinfelden**3. Auftragen streichbarer und sprühbarer Trennmittel**

Die Trennmittel werden gleichmäßig und dünn aufgetragen, damit sich die Oberfläche nicht verändert. Es ist darauf zu achten, daß ein gut haftender, geschlossener und blasenfreier Film auf der Werkzeugoberfläche entsteht.

Auch Zubehör- und Verbindungsteile, die als Teile der Werkzeugform gelten, erhalten einen Trennmittelanstrich.

3.1. Wachspaste wird mit einem nichtfasernden Tuch aufgetragen und nach Austrocknen mit einem weichen Tuch nachpoliert.

gilt überwiegend für Polyester

3.2. Polyvinylalkohol (PVAL)-Lösung wird mit einem weichen Pinsel oder einem feinsporigen Schwamm aufgetragen. Die Trocknung kann bei Raumtemperatur oder, zur Verkürzung der Taktzeiten, in einem Luftumwälzofen vorgenommen werden.

PVAL-Lösung ist auch geeignet für Werkzeuge, die mit Wachspaste behandelt wurden.

3.3. Metallseifen-Lösung wird vor der Verarbeitung aufgerührt und mit einem weichen Pinsel oder Tuch aufgetragen. Nach Verdunsten des Lösungsmittels erfolgt ein nochmaliger Auftrag, besonders bei neuen Werkzeugen.

3.4. PTFE-Sprühmittel kann mit einem weichen Tuch aufgetragen, oder besser aus einem Abstand von 15 bis 25 cm aufgespritzt werden, bis ein dünner und geschlossener Film auf der Werkzeugoberfläche entsteht.

3.5. Siliconöl kann als Sprühmittel direkt aus der Sprühdose aufgetragen werden. Neben dem Siliconöl können auch noch Siliconölemulsionen (Öl in Wasser) als Trennmittel eingesetzt werden. Die entformten Teile sind vor einer Nachlackierung sorgfältig zu reinigen. Bei Verwendung wasserlöslicher Siliconöle geschieht dies durch Abwaschen mit Wasser, dem zur Verstärkung des Wascheffektes geringe Mengen Detergentien zugesetzt werden können.

3.6. Siliconharz-Trennmittel ergeben nach dem Einbrennen Überzüge, die sehr viele Trennvorgänge ohne Zwischenbehandlung der Form erlauben. Sie stören die Nachlackierung der geformten Teile nicht, da sie nach der Hitzebehandlung keine Bestandteile mehr an den Formkörper abgeben.

4. Wartung des Werkzeugs und Reinigung der Teile

Der Form entnommene Teile, deren Oberfläche Verunreinigungen durch Trennmittel aufweisen, sind gründlich zu reinigen. Das gilt besonders, wenn die Teile verklebt werden oder einen Anstrich erhalten sollen.

Schadhafte Stellen an der Trennmittelschicht des Werkzeuges sind auszubessern, bevor ein neues GFK-Teil darin gefertigt wird.

Nach Fertigung mehrerer Bauteile ist das Werkzeug zu reinigen und eine neue Trennmittelschicht aufzutragen.

5. Anwendung von Folien

a) Bei in einer Ebene gekrümmten Werkzeugen werden die Folien fallfrei auf das Werkzeug aufgezogen und mit Kleband an den Rändern befestigt. Nach jedem Entformen muß die Folie erneuert werden.

b) Bei räumlich gekrümmten Werkzeugen müssen die PVAC- und PVC-Folien durch schnelles Ableiten der Luft unter der Folie zum Anlegen an das Werkzeug gebracht werden. An tiefen Stellen des Werkzeugs sind die Folien mit Heizelementen zu erwärmen.

c) Bei flachgehaltenen Werkzeugen werden die Folien so eingelegt, daß eine mögliche Faltenbildung durch Überlappungen beseitigt wird. Eine Luftableitung ist dann allerdings nicht mehr möglich, doch meist auch nicht erforderlich.

AVSFVW, VERARBEITUNGSVERFAHREN
AUSZUG AUS LN 29 936 (I)

FS-800908

Abb.: 13-6

Verstärkte Kunststoffe

Allgemeines, Einführung, Übersicht

LN
29 936

Blatt 1

Reinforced, plastics; General, Introduction, Summary.
Materiaux plastiques renforcés; Généralité, Introduction, Vue générale.

Inhalt

Seite

1. Zweck	1
2. Begriffe	1
3. Einführung	2
4. Verarbeitung	2
5. Anwendung in der Luft- und Raumfahrt	4
6. Titel und Inhalt der Folgeblätter	5
7. Schrifttum	

1. Zweck

LN 29 936 Blatt 1 bis 5 enthält zusätzliche Angaben zu den LN-Normen und Werkstoff-Leistungsblättern für die Konstruktion, Fertigung, Musterprüfung und Gütesicherung von Bauteilen aus glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK).

Die Norm gibt Hinweise über die Anwendung von GFK-Teilen in der Luft- und Raumfahrt, über besondere Eigenschaften der Werkstoffe (Harze, Reaktionsmittel und Verstärkungstoffe) und der daraus hergestellten Formstoffe, für die Gestaltung und Berechnung von GFK-Bauteilen sowie über deren mechanisches Verhalten nach unterschiedlicher Lagerung.

Die Norm ist eine zusätzliche Hilfe bei der Gestaltung von glasfaserverstärkten Kunststoffen und für die Anwendung der hierfür bestehenden Normen und Werkstoff-Leistungsblätter.

2. Begriffe

Reaktionsharz, Reaktionsmittel und Reaktionsharzmassen siehe DIN 16 945 Blatt 1.
Glasfaserverstärkte Reaktionsharz-Formstoffe siehe DIN 16 944 (Entwurf)

Gießharz-Formstoffe siehe DIN 16 946 Blatt 1

Formstoff, Formteil siehe DIN 7708 Blatt 1

Glas, Begriffe für Glasarten und Glaserzeugnisse siehe DIN 1259 Blatt 1 und 2

Textilglas und Verarbeitungshilfsmittel siehe DIN 61 850

Prüfwerkzeug, Stempel und Gesenk siehe DIN 16 700

3. Einführung

stoffe auch für tragende Teile zu verwenden sind geschwunden, seit dem Konstrukteur anerkannte Werkstoffnormen und Berechnungsunterlagen (siehe LN 29 936 Blatt 4) Abnahme- und Prüfvorschriften (siehe LN 29 936 Blatt 5) zur Verfügung stehen und die Technologie der Verarbeitung besser beherrscht wird. Die erste Herstellung von Segelflugzeugen aus glasfaserverstärktem Kunststoff (Baujahr 1956/57) führte zu zusätzlichen Forderungen als Ergänzung zu den Bauvorschriften für Flugzeuge:

- Richtlinien zur Führung des Festigkeitsnachweises für Bauteile aus GFK von Segelflugzeugen (Ausgabe März 1965 der DVL-PN)
- Richtlinien für die Verarbeitung von GFK im Flugzeugbau (Ausgabe Februar 1967 der DVL-PfL)
- Vorläufige Richtlinien für die Reparaturen von Bauteilen aus GFK (Ausgabe März 1967 der DVL-PfL)

Siehe
A. 1-9
A 1-2

6. Titel und Inhalt der Folgeblätter

Zu dieser Norm gehören die Folgeblätter LN 29 936 Blatt 2 bis Blatt 5. Titel und Inhalt der Folgeblätter sind in Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2. Folgeblätter

Normblatt-Nr	Titel	Inhalt
LN 29 936 Blatt 2	Verstärkte Kunststoffe; Werkstoffe für glasfaserverstärkte Kunststoffe	Eigenschaften der Harzmassen, Formstoffe und Verstärkungstoffe. Auswahl von Glasfaserverstärkungen.
LN 29 936 Blatt 3	—; Verarbeitungsverfahren Anwendung von Trennmitteln bei Formwerkzeugen	Mögliche Verarbeitungsverfahren und deren Einflußgrößen auf die Werkstoffe, Gestaltung und Wirtschaftlichkeit. Anwendbare Trennmittel.
LN 29 936 Blatt 4	—; Konstruktive Grundlagen für Teile aus glasfaserverstärkten Kunststoffen	Regeln für die Gestaltung von Teilen aus GFK und in Sandwichbauweise.
LN 29 936 Blatt 4 Beiblatt	—; Berechnung der Werkstoffeigenschaften für Teile aus glasfaserverstärkten Kunststoffen	Statisches Langzeitverhalten, Dynamische Beanspruchung, Dauerfestigkeitsverhalten, Bruchverhalten Kennwerte von GFK
Vornorm LN 29 936 Blatt 5	—; Musterprüfung und Gütesicherung	Entwicklungsversuche, Serienfertigung und Überwachung von GFK-Teilen.

FVW, ÜBERSICHT ÜBER LN 29 936

FS-800907

Abb.: 13-5

MATERIAL	LAGERBEDINGUNGEN	LAGERZEITBESCHRÄNKUNGEN ALLGEMEINE EMPFEHLUNGEN
OHNE LAGERZEITBESCHRÄNKUNG	1.1 - 1.2:	
1 VERSTÄRKUNGSMATERIAL (GLAS-, CHEMIE-, KOHLEN- STOFFASERN)	TEMPERATUR: $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ REL. LUFTFEUCHTE: 50%-10%	KEINE BESCHRÄNKUNGEN, AUSSER BEI BE- SONDEREN FINISHES; KONTROLLEN: MATERIALIEN (MENGE, TYP) + KARTEI LIEFERLOS + KARTEI TEMPERATUR + WAND-THERMOMETER FEUCHTIGKEIT + HYGROMETER
2 STÜTZKERNMATERIALIEN (SCHAUM, WABEN USW.)		
MIT LAGERZEITBESCHRÄNKUNG	2.1 - 2.3:	
1 HARZE	TEMPERATUR: $17^{\circ}\text{C} \pm 6^{\circ}\text{C}$ REL. LUFTFEUCHTE: 50%-10%	ZEITBESCHRÄNKUNG IN DER REGEL 1 JAHR, KONTROLLINTERVALL ⁺ : 2x6 MO (GILT HAUPTSÄCHLICH FÜR 2.1-2.3)
2 HÄRTER		KONTROLLEN: MATERIALIEN (MENGE, TYP) + KARTEI LIEFERLOS + KARTEI TEMPERATUR + THERMOGRAPH FEUCHTIGKEIT + FEUCHTIGKEITSSCHREIBER
3 BESCHLEUNIGER		RÄUMLICHE TRENNUNG ENTSPRECHEND FEUER- POLIZEILICHER VORSCHRIFTEN UND REAKTI- VITÄT (VERDÜNNER, PEROXID-HÄRTER, BE- SCHLEUNIGER)
4 MONOMERE VERDÜNNUNGSMITTEL	2.4: FEUERPOLIZEILICHE VORSCHRIFTEN	
MIT LAGERZEITBESCHRÄNKUNG UND BESONDERER LAGERTEM- PERATUR	3.1 - 3.3: TEMPERATUR: $-18^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 3.4: TEMPERATUR: $+4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$	ZEITBESCHRÄNKUNG IN DER REGEL 1/2 JAHR, KONTROLLINTERVALL ⁺ : 1/4 JAHR, ANSCHLIESSEND MONATLICH KONTROLLEN: WIE BEI 2.
1 PREMIX PREPREGS KLEBER PRIMER		

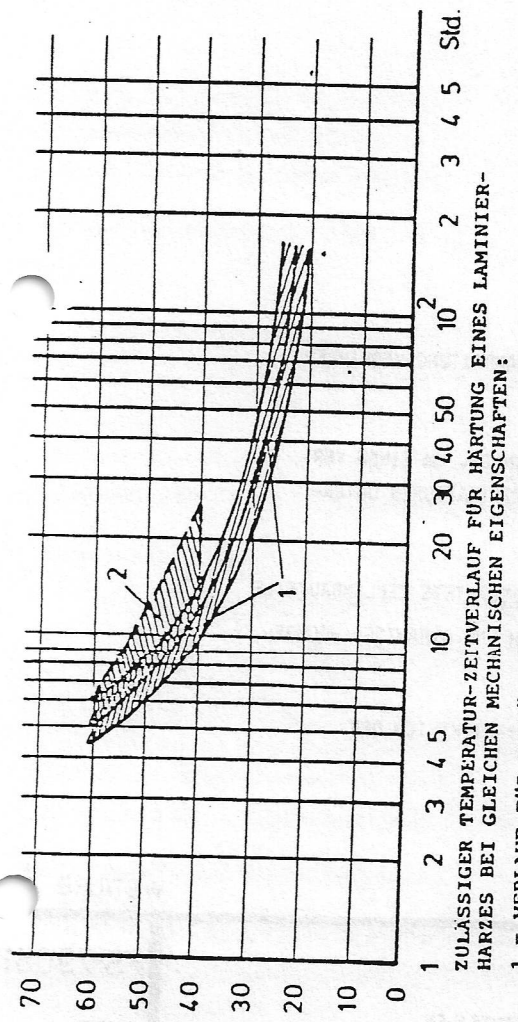
INNERHALB DIESER INTERVALLE SIND DIE QUALITÄTSKONTROLLEN DURCHZUFÜHREN

WET/URB

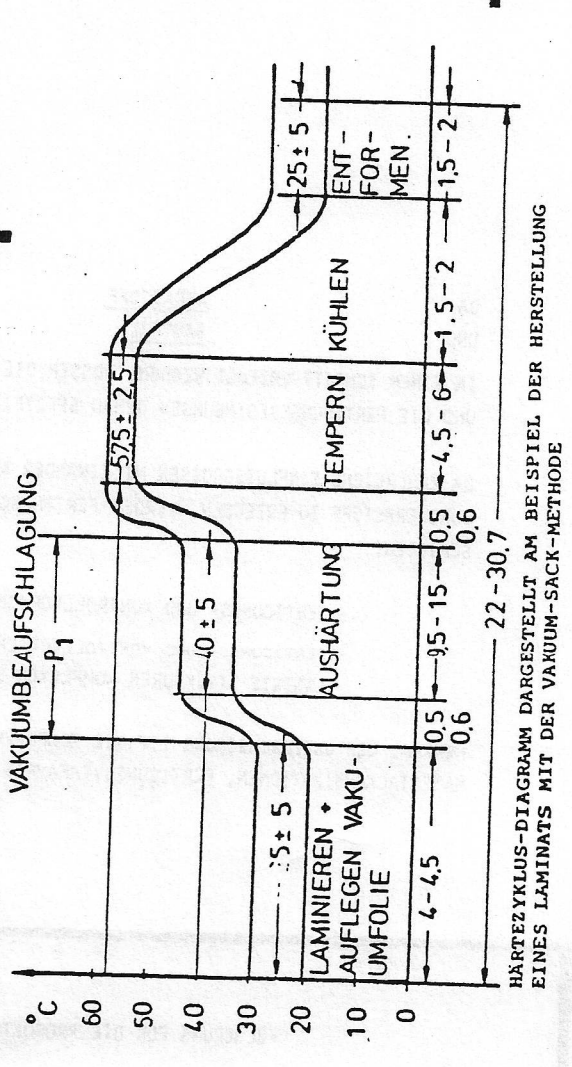
FHR
BKWI

ZUSAMMENFASSUNG VON LAGERUNGSBEDINGUNGEN

KV-77 03 01
ABB.: 13-3



WET/URB
KV-770303
ABB.:
FHR
BKWI
TEMPERATUR-ZEITDIAGRAMM
ZUR HÄRTUNG EINER EP-RHM



WET/URB
KV-770304
ABB.: 13-4
FHR
BKWI
p; T-, t- DIAGRAMM
HÄRTZYKLUS-DIAGRAMM DARGESTELLT AM BEISPIEL DER HERSTELLUNG
EINES LAMINATS MIT DER VAKUUM-SACK-METHODE
P₁ = 0,6-0,7 bar

ALLGEMEINE PROBLEMSTELLUNG BEI DER HERSTELLUNG VON FVK-STRUKTUREN:

BEI DER FERTIGUNG DES BAUTEILS IN Z.B. EINER LAMINIERFORM ERZEUGT MAN

- DEN EIGENTLICHEN WERKSTOFF SOWIE
- DIE FORM UND DEN STRUKTURELLEN AUFBAU DES PRODUKTS.

DIE QUALITÄT BZW. EIGENSCHAFTEN DIESER BAUTEILE SIND DAHER ABHÄNGIG VON

- DEN ERZIELTEN WERKSTOFFEIGENSCHAFTEN DES FASERVERSTÄRKTEN KUNSTSTOFFES UND
- DEN ERZIELTEN GEOMETRISCHEN DATEN AM PRODUKT (LAGEN UND RICHTUNG DES VERSTÄRKUNGSMATERIALS).

DIES BEDEUTET FÜR DIE PRODUKTSICHERUNG DIE WAHRNEHMUNG ZWEIER ENG VERKNÜPFTER AUFGABEN BEI DEN FVK:

- DIE MATERIALSPEZIFISCHE UND TECHNOLOGISCHE PRODUKTSICHERUNG
MATERIALKONTROLLE
PRODUKTIONS-KONTROLLE
- DIE BAUTEIL- UND FUNKTIONSSPEZIFISCHE PRODUKTSICHERUNG
BAUTEILZWISCHENKONTROLLE
BAUTEILENDEKONTROLLE

WET/URB

FS-790516

ABB.: 1.3-1

VS

DIE QUALITÄTSSICHERUNG VON STRUKTUREN AUS FASERVERSTÄRKTEN KUNSTSTOFFEN

DA
UND

WERKSTOFF
BAUTEIL

IN EINEM SCHRITT ERZEUGT WERDEN, MÜSSEN DIE ROHSTOFFE, DIE VERARBEITUNGSVERFAHREN UND DIE FERTIGUNGSBEDINGUNGEN GENAU SPEZIFIZIERT SEIN.

DA ZAHLEICH EINFUSSGRÖSSEN MITEINANDER KOMBINIERT WERDEN KÖNNEN, UM EINEN VERBUNDWERKSTOFF ZU ERZEUGEN, WERDEN FERTIGUNGS- UND KONTROLLSPEZIFIKATIONEN UNTERSCHIEDEN:

- FERTIGUNGS- UND KONTROLLVORSCHRIFTEN FÜR NIEDRIGBELASTETE ZELLEBAUTEILE
- FERTIGUNGS- UND KONTROLLVORSCHRIFTEN FÜR STATISCH UND DYNAMISCH HOCHBELASTETE STRUKTUREN KOMPLEXER BAUWEISEN!

MERKMAL DER UNTERSCHIEDUNG IST DIE KOMPLEXHEIT DES BAUTEILS HINSICHTLICH DER MATERIALKOMBINATIONEN, FERTIGUNGSVERFAHREN UND DEM AUFBAU.

WET/URB

FS-790517

ABB.: 1.3-2

VS

FOLGERUNG FÜR DIE PRODUKTSICHERUNG BEI FVK-BAUTEILEN

- KLEINE HEIZPLATTE
- SCHLEIFPAPIER KÖRNUNG 60 - 100
- NABSCHLEIFPAPIER KÖRNUNG 180 - 600
- SPACTEL METALL UND KUNSTSTOFF
- ZAHNSPACTEL
- PROBENPLATTE FÜR HARZPROBEN
- THERMOGRAPH
- HYGROGRAPH

HILFSSTOFFE

- HANDSCHUHE GEEIGNET SIND SOLCHE AUS BAUMWOLLE, PVC UND GUMMI
- PUTZLAPPEN NICHT FUSSELND, NICHT FÄRBEND
- PAPIERHANDTÜCHER
- KLEBEBAND TESA-FILM, TESA-KREPP
- KONTAKTKLEBER Z.B. PATEX
- FOLIEN POLYESTER / POLYÄTHYLEN
- VAKUUMDICHTBAND*
- TRENNMITTEL
- SANDBEUTEL ZUM BESCHWEREN
- LÖSUNGSMITTEL ACETON ODER METHYLENCHLORID
- HANDWASCHMITTEL KEINE SANDPASTEN VERWENDEN
- HAUTSCHUTZMITTEL

MASCHINEN

- KREISSÄGE
- HANDBOHRMASCHINE
- VAKUUMPUMPE* MIT ZUBEHÖR*
- SCHEIBENSCHLEIFMASCHINE

WERKZEUGE

- HOBELBANK MIT SCHREINERWERKZEUGSATZ
- WAAGE WÄGEBEREICH 0 - 3 KG AUFLÖSUNG 1 GR.
- LABORMISCHER GEEIGNET IST AUCH EINE BOHRMASCHINE MIT RÜHRWERK
- SCHNEIDETISCH MIT PVC-AUFLAGE UND AUFNAHMEGESTELL FÜR GEWEBEROLLEN
- SPATEL IN GRÖßERER STÜCKZAHL, ZUM VERRÜHREN VON HARZ UND HÄRTER
- SAUBERE GEFÄßE SEHR GUT GEEIGNET SIND UNGEWACHSTE PAPPBECHER
- PINSEL MIT HARTEN BORSTEN - IN VERSCHIEDENEN GRÖßEN
- FELLROLLEN MIT HARTEN, KURZEN BORSTEN
- SCHEREN AUCH GEKRÖPFTE
- KLINGENMESSER
- TELLERSCHLEIFER VERSCHIEDENE GRÖßEN FÜR DIE HANDBOHRMASCHINE ODER PRELUFTWERKZEUGE
- TRENNSCHEIBEN
- SCHWINGSCHLEIFER (RUTSCHER)
- KREISSCHNEIDER
- RASPELN
- FEILEN
- STECHEISEN
- HEIZLÜFTER STRAHLER SIND ZUR BESCHLEUNIGUNG DER AUSHÄRTUNG UNGEEIGNET
- STÄUBSAUGER

AVS

EMPFOHLENE GRUNDAUSSTATTUNG EINER
REPARATURWERKSTATT FÜR FWV-BAUTEILE

FS-800811

Abb. 1.2-44

AVS

EMPFOHLENE GRUNDAUSSTATTUNG EINER
REPARATURWERKSTATT FÜR FWV-BAUTEILE

FS-800810

Abb. 1.2-45

FÜR FÜLLSTOFFE UND SCHAUMSTOFFE GELTEN DIE GLEICHEN LAGERBEDINGUNGEN WIE FÜR FILAMENT-PRODUKTE.

LAGERKLIMA

TEMPERATUR $20^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ}$
LUFTFEUCHTIGKEIT $< 50 \%$

LÖSUNGSMITTEL UND TRENNMITTEL
SIND VON DEN ANDEREN MATERIALIEN GETRENNT
ZU LAGERN.

DIESE LAGERRÄUME SIND GUT ZU BELÜFTEN.

ES GELTEN DIE VORSCHRIFTEN FÜR BRENNBARE FLÜSSIGKEITEN

MERKE:

AM ARBEITSPLATZ DÜRFEN NUR MAX. 1L DIESER
FLÜSSIGKEITEN IN VERSCHLIESSBAREN,
GEKENNZEICHNETEN GEFÄSSEN AUFBEWAHRT WERDEN.

REAKTIONSHARZE UND REAKTIONSMITTEL SOLLEN MÖGLICHST
IN DEN ORIGINALGEBINDEN LUFTDICHT VERSCHLOSSEN
GELAGERT WERDEN.

ZUM ABFÜLLEN EIGNEN SICH SAUBERE UND TROCKENE GLAS-
ODER POLYÄTHYLENGEFÄSSE MIT LUFTDICHTEM VERSCHLUSS.

DIE BESCHRIFTUNG SOLL EINDEUTIG SEIN UND MUSS FOLGENDE
ANGABEN ENTHALTEN:

- NAME UND ANSCHRIFT DES HERSTELLERS
- BENENNUNG
- WE. PRÜF-NR.
- INHALT IN KG
- CHARGEN-, GEBINDE NR.
- LIEFERDATUM
- VERBRAUCHSDAUER/VERFALLDATUM

LAGERKLIMA

TEMPERATUR $15^{\circ} + 20^{\circ} \text{C}$ MIT SCHREIBER
LUFTFEUCHTIGKEIT $\leq 50 \%$ ÜBERWACHEN

DIREKTE SONNENEINSTRALUNG IST ZU VERMEIDEN.

KELLERRÄUME SIND DESHALB BESONDERS GEEIGNET.
GEBINDE NICHT DIREKT AUF DEM BODEN ABSTELLEN.
IN JEDEM FALLE SIND DIE HERSTELLERANGABEN ZU BEACHTEN.
EINIGE MATERIALIEN MÜSSEN UNTER SONDERBEDINGUNGEN
(Z.B. $- 18^{\circ} \text{C}$) GELAGERT WERDEN.

ACHTUNG

LAGERZEIT BEACHTEN, MEISTENS 1 JAHR
BEHÄLTER NICHT DIREKT AUF DEM BODEN ABSTELLEN

AVS

LAGERBEDINGUNGEN FÜR
FÜLLSTOFFE UND SCHAUMSTOFFE,
LÖSUNGSMITTEL UND TRENNMITTEL

FS - 800808

Abb. 1.2-49

AVS

LAGERBEDINGUNGEN FÜR REAKTIONSHARZE
REAKTIONSMITTEL

FS - 800808

Abb. 1.2-4

GEWEBE UND ROVINGS DÜRFEN NUR STAUBFREI IN IHRER ORIGINALVERPACKUNG, OHNE DRUCKEINWIRKUNG GELAGERT WERDEN. GEWEBE DÜRFEN NICHT, AUCH NICHT BEI DER ZWISCHENLAGERUNG, GEFALTET GELAGERT WERDEN.

DIE BESCHRIFTUNG DER MATERIALIEN MUSS EINDEUTIG SEIN UND FOLGENDE ANGABEN ENTHALTEN:

- NAME UND ANSCHRIFT DES HERSTELLERS
- BENENNUNG
- AUSRÜSTUNG (FINISH)
- CHARGEN-/ROLLEN-NR.
- WE PRÜF.-NR.
- LIEFERDATUM
- MENGE/ABMESSUNG

LAGERKLIMA

TEMPERATUR	$20^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$	MIT SCHREIBER
LUFTFEUCHTIGKEIT	$\leq 65 \%$	ÜBERWACHEN

MÖGLICHEST KELLERRÄUME OHNE DIREKTE SONNEN-EINSTRALUNG VERWENDEN.

ÖLE, FETTE UND WACHSE DÜRFEN NICHT IN DEN GLEICHEN RÄUMEN MIT FILAMENTPRODUKTEN GELAGERT WERDEN.

LAGERZEIT

DIE LAGERZEIT VON FILAMENTPRODUKTEN IST UNBEGRENZT, WENN NICHT EIN SPEZIALFINISH VERWENDET WURDE.

HERSTELLERANGABEN BEACHTEN

RAUMKLIMA FÜR LAMINIERRÄUME

TEMPERATUR	$20^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ}$	MIT SCHREIBER
LUFTFEUCHTIGKEIT	$\leq 50 \%$	ÜBERWACHEN

ALLGEMEINE BEDINGUNGEN:

SAUBERE UND HELLE RÄUME BENUTZEN
WÄHREND DER LAMINIERARBEITEN SOLLTEN KEINE STAUBERZEUGENDEN ARBEITEN AUSGEFÜHRT WERDEN

- MÖGLICHEST RÄUMLICHE TRENNUNG VORNEHMEN -

MERKE:

ARBEITEN, DIE EINEN UNKONTROLLIERBAREN SPRÜHNIEß ERZEUGEN, DÜRFEN WÄHREND DER LAMINIERARBEITEN NICHT AUSGEFÜHRT WERDEN Z.B. EINTRENNEN VON FORMEN MIT SPRÜHTRENNMITTELN ODER LACKIERARBEITEN

PRESSLUFT, DIE ZUM REINIGEN VERWENDET WIRD, MUSS FREI VON ÖL, FEUCHTIGKEIT ODER SONSTIGEN VERUNREINIGUNGEN SEIN.

ÖL- UND FEUCHTIGKEITSABSCHIEDER VERWENDEN.

VORSICHT: PRESSLUFTWERKZEUGE BENÖTIGEN EINEN VORGESCHALTETEN ÖLER

MERKE:

ZUM REINIGEN IST SAUGEN BESSER ALS ABBLASEN. STAUB MÖGLICHEST AM ENTSTEHUNGORT ABSAUGEN. RAUCHEN, ESSEN UND TRINKEN IST IN LAMINIERRÄUMEN NICHT GESTATTET.

IN LAMINIERRÄUMEN MUß EINE AUSREICHENDE WASCHGELEGENHEIT VORHANDEN SEIN.

o VORBEREITEN DES GEWEBES

DAS GEWEBE WIRD NACH DEM ZUSCHNEIDEN
AUFGEROLLT UND AN DER REPARATURSTELLE
WIEDER ABGEROLLT.

BEI ANDERER HANDHABUNG IST EINE VER-
Schiebung der Faserorientierung nicht
zu vermeiden (Krawatteneffekt)

VORGETRÄNKTE GEWEBE KÖNNEN OHNE VERZUG
AUF EINER FOLIE ZUGESCHNITTEN WERDEN.

HANDSCHUHE TRAGEN! (HANDSCHWEIß)

o HARZ - GLASVERTEILUNG

SOLL 50 GEW. % HARZ, 50 GEW. % GLAS

DAS GEWEBE VOR DEM TRÄNKEN WIEGEN, DANACH
DIE MENGE DER REAKTIONSHARZMASSE BESTIMMEN.
DIE SO ERMITTELTE MENGE MUß ZUR TRÄNKUNG
DES GEWEBES GENÜGEN. RESTE DIE IM MISCH-
BECHER UND PINSEL VERBLEIBEN SIND ZU
BERÜCKSICHTIGEN.

NACH DEM TRÄNKEN DÜRFEN KEINE WEIßEN
STELLEN (ZU TROCKEN) UND KEINE SPECKSCHICHT
(ZU NAß) ERKENNBAR SEIN.

o TEMPERN

DAS BAUTEIL DARF BEIM TEMPERN NICHT VERFORMT
WERDEN.
DIE TEMPERATURABWEICHUNGEN ZUM SOLLWERT SOLLTEN
 $\pm 3^\circ$ NICHT ÜBERSCHREITEN.

o SAUBERKEIT AM ARBEITSPLATZ IST OBERSTES GEBOT

SCHLEIF- UND LAMINIERARBEITEN NICHT
NEBENEINANDER AUSFÜHREN

VORSICHT IM UMGANG MIT SPRÜHTRENNMITTELN,
KEINE GEWEBE ODER VORBEREITETE LAMINIER-
STELLEN BESPRÜHEN

- RAUMKLIMA BEACHTEN -

o MISCHEN VON HARZ UND HÄRTER (REAKTIONSHARZMASSE)

VOR DEM GEBRAUCH MATERIALKONTROLLE
DURCHFÜHREN

GENAUE DOSIERUNG VORNEHMEN
MAX. ABWEICHUNGEN $\pm 3\%$; HERSTELLERANGABEN BEACHTEN

DIE KLEINSTE DOSIERMENGE FÜR DIE REAKTIONS-
HARZMASSE SOLLTE 50 GR. SEIN;
BEI GRÖßEREN MENGEN DIE MISCHUNG AUF KLEINE
GEFÄßE VERTEILEN - TOPFZEIT -

DAS GEMISCH MUß KLAR, OHNE SCHLIEREN UND
BLASENFREI SEIN. SAUBERE GEFÄßE VERWENDEN.
HARZPROBEN ANFERTIGEN.

LAGERZEIT (LAGERFÄHIGKEIT)

LAGERZEIT IST DER ZEITRAUM, INNERHALB DESSEN EIN VORSCHRIFTMÄßIG GELAGERTES HARZ, REAKTIONSMITTEL, PREPREG, RESPEKTIVE ZUR WEITERVERARBEITUNG VERWENDBAR IST (VDI-RICHTLINIEN 2010, BL. 1)

VERARBEITUNGSZEIT (TOPFZEIT, GEBRAUCHSDAUER)

VERARBEITUNGSZEIT IST DIE ZEITSPANNE, INNERHALB DER EINE VERARBEITUNG DER REAKTIONSHARZMASSE NACH DEM MISCHEN DER KOMPONENTEN NOCH MÖGLICH IST (SIEHE VDI-RICHTLINIEN 2010, BL. 1)

ENTFORMUNGSZEIT

ENTFORMUNGSZEIT IST DIE ZEIT, IN WELCHER DER HÄRTUNGS-PROZESS SOWEIT FORTGESCHRITTEN IST, DASS DAS FORM-TEIL OHNE BESCHÄDIGUNG ODER BEEINTRÄCHTIGUNG DER MASSHALTIGKEIT AUS DER FORM GENOMMEN WERDEN KANN. (VDI-RICHTL. 2010, BL.1)

HINWEIS: BEI DER KALTHÄRTUNG BEGINNT DIE ENTFORMUNGSZEIT MIT DEM ANSETZEN DER REAKTIONSHARZMASSE, BEI DER WARMHÄRTUNG MIT DER WÄRMEEZUFUHR

TEMPERN

TEMPERN IST DIE NACHHÄRTUNG EINES DUROMERES DURCH BEHANDLUNG MIT ERHÖHTER TEMPERATUR, ÜBLICHERWEISE OHNE ANWENDUNG VON DRUCK. ZWECK DIESER NACHHÄRTUNG IST, DIE ENDGÜLTIGEN EIGENSCHAFTEN DES GEHÄRTETEN MATERIALS ZU VERBESSERN UND/ODER DEN AUSHÄRTUNGSGRAD ZU ERHÖHEN.

WÄRMESTANDFESTIGKEIT (MARTENS-WERT DIN 53548)

DIE FORMBESTÄNDIGKEIT IN DER WÄRME NACH MARTENS IST DIE FÄHIGKEIT EINES PROBEKÖRPERS, UNTER BESTIMMTER RUHENDER BIEGEBEANSPRUCHUNG SEINE FORM BIS ZU EINER BESTIMMTEN TEMPERATUR WEITESTGEHEND ZU BEWAHREN. SIE WIRD GEKENNZEICHNET DURCH DIE TEMPERATUR, BEI DER SICH DER ZUNEHMEND ERWÄRMTE PROBEKÖRPER UM EINEN BESTIMMTEN BETRAG DURCHGEBOGEN HAT.

REAKTIONSHARZE

REAKTIONSHARZE SIND HARZE, DIE NACH ZUGABE VON REAKTIONSMITTELN, GGF. UNTER ZUSÄTZLICHER WÄRMEEZUFUHR HÄRTEN. JE NACH VERARBEITUNG UND ANWENDUNG SPRICHT MAN BEI DIESEN REAKTIONSHARZEN VON GIEßHARZEN, LAMINIERHARZEN, TRÄNKHARZEN USW. (IN ANLEHNUNG AN VDI-RICHTLINIEN 2010, BL. 1; DIN 16945, BL. 1)

EPOXIDHARZE (EP-HARZE)

EPOXIDHARZE SIND REAKTIONSHARZE MIT EINER ZUR HÄRTUNG AUSREICHENDEN ANZAHL VON EPOXY-GRUPPEN.

UNGESÄTTIGTE POLYESTERHARZE (UP-HARZE)

UNGESÄTTIGTE POLYESTERHARZE SIND REAKTIONSHARZE, DIE AUS UNGESÄTTIGTEN POLYESTERHARZEN SOWIE IM ALLGEMEINEN DAMIT COPOLYMERISIERBAREN, MONOMEREN, UNGESÄTTIGTEN VERBINDUNGEN BESTEHEN.

REAKTIONSMITTEL

REAKTIONSMITTEL SIND HÄRTER, BESCHLEUNIGER U.A., DIE DEM REAKTIONSHARZ BEIGEFÜGT WERDEN (IN ANLEHNUNG AN DIN 16945, BL. 1)

BESCHLEUNIGER

BESCHLEUNIGER SIND STOFFE ODER STOFFGEMISCHE, DIE - ALS BEIGABE IN EINER REAKTIONSHARZMASSE - DAS HÄRTEN BESCHLEUNIGEN (S. DIN 16945, BL. 1)

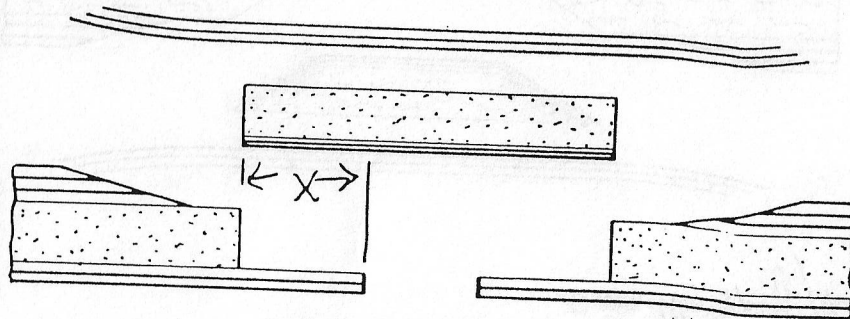
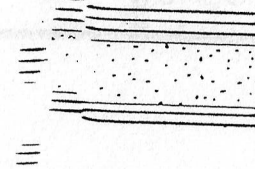
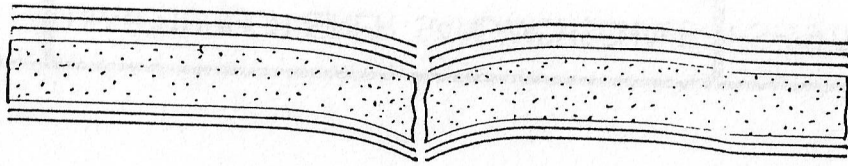
REAKTIONSHARZMASSEN

REAKTIONSHARZMASSEN SIND VERARBEITUNGSFERTIGE MISCHUNGEN EINES REAKTIONSHARZES MIT DEN ERFORDERLICHEN REAKTIONSMITTELN (HÄRTER, BESCHLEUNIGER U.A.), MIT ODER OHNE FÜLLSTOFFE GGF. MIT LÖSUNGSMITTELN (IN ANLEHNUNG AN DIN 16945, BL. 1)

WARTUNG IST EINE BETRIEBLICHE MASSNAHME, DIE ZUR ERHALTUNG DER NORMALEN FUNKTION EINES GERÄTES ODER BAUTEILES NOTWENDIG IST.

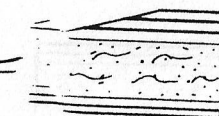
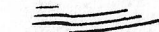
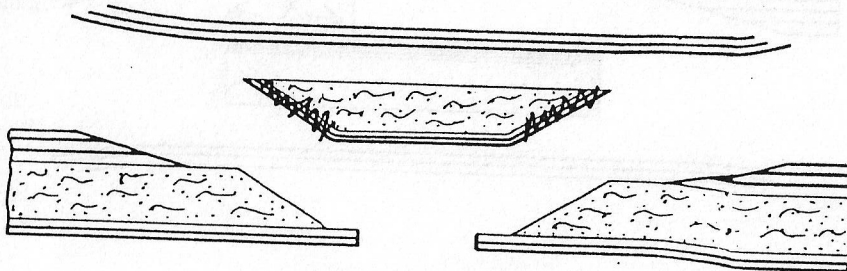
TIPS ZUR PFLEGE VON GFK-FLUGZEUGEN

- DIE OBERFLÄCHE MÖGLICHST NUR MIT KLAREM WASSER WASCHEN.
- NUR SELTEN WASCHMITTELZUSÄTZE VERWENDEN.
- BEIM POLIEREN DER OBERFLÄCHE MIT EINEM POLIERGERÄT DARAUF ACHTEN, DAB DIE OBERFLÄCHE NICHT ZU SEHR ERWÄRMT WIRD, SONST SIND DELAMINATIONEN NICHT VERMEIDBAR.
- NUR SILICONFREIE POLIERMITTEL UND WACHSE VERWENDEN.
- DAS FLUGZEUG VOR NÄSSE SCHÜTZEN.
NUR DIE ÄUßERE OBERFLÄCHE IST DURCH DIE GELCOAT-SCHICHT VOR FEUCHTIGKEIT GESCHÜTZT.
- DAS FLUGZEUG VOR HÖHEREN TEMPERATUREN SCHÜTZEN,
($\leq 60^{\circ} \text{C}$) VERFORMUNGSGEFAHR.
VORSICHT BEI GESCHLOSSENEN ANHÄNGERN MIT DUNKLEM AUBENANSTRICH.
- SCHÄDEN IN DER GELCOAT-SCHICHT SOFORT REPARIEREN.
BEI EINIGEN FLUGZEUGTYPEN IST DIE STAUKANTE DES TRAGFLÜGELS DURCH EROSION BESONDERS GEFÄHRDET.
- DIE PLEXIGLASHAUBE NUR MIT SPEZIELLEN PFLEGEMITTELN REINIGEN UND POLIEREN.
NIEMALS LÖSUNGSMITTEL VERWENDEN.



KERN-SCHAUMSTOFF Beachte: Überlappungslänge
10 mm Überlappung / 100g Gew.
(Kreuz)

= Kern: Überlappung
Überlappung / 100g Gew.
(K)



KERN-BALSAHOLZ

AVS

DURCHBRUCH EINER SANDWICHSCHALE
INNENSEITE UNZUGÄNGLICH (II)

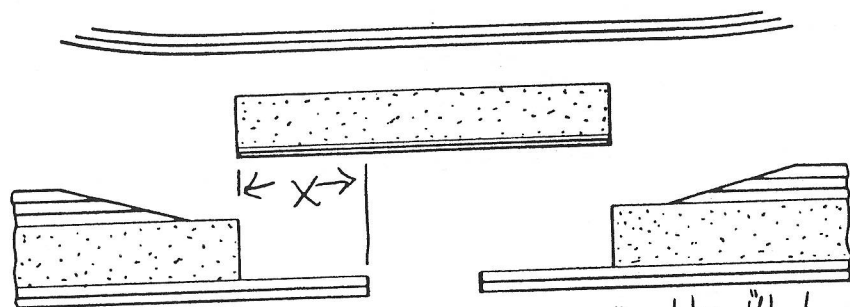
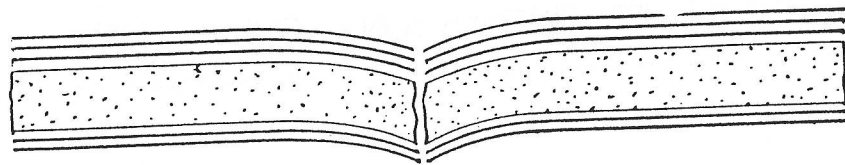
FS-79 09 14

ABB.: 1.2-36

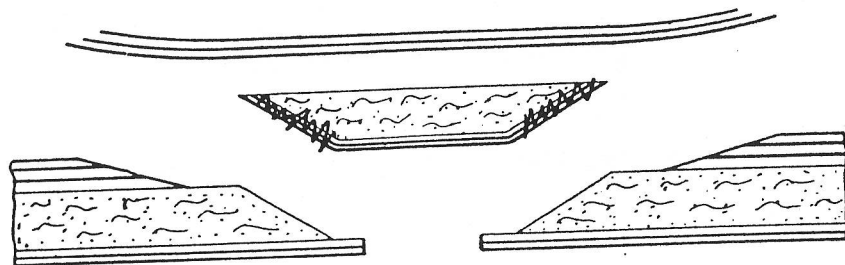
LESE

FS-79 09 14

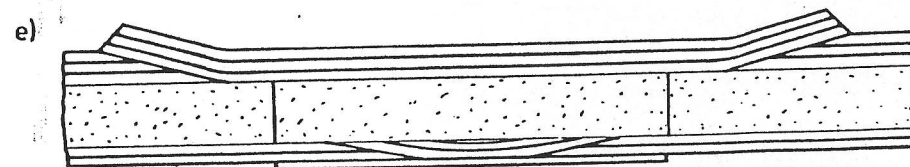
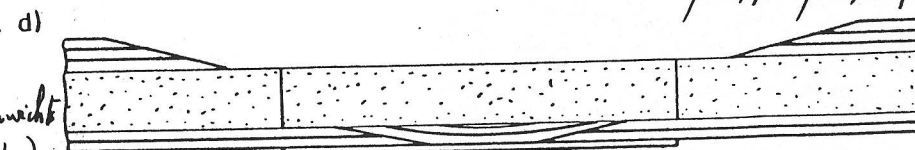
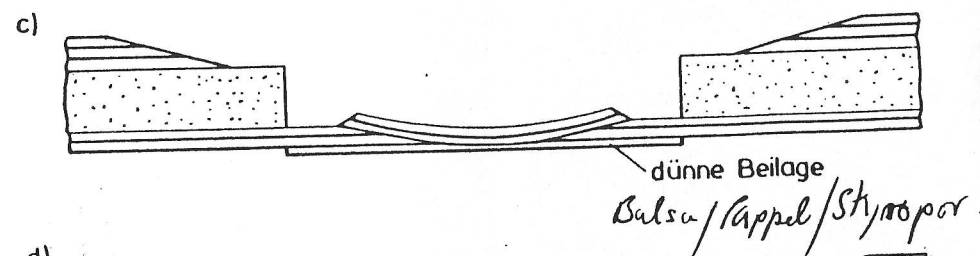
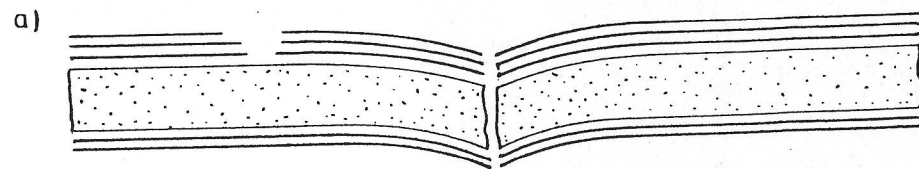
ABB.: 1.2-



KERN-SCHAUMSTOFF Beachte: Überlappungslänge X
10 mm Überlappung / 100 gr Gewebegewicht
(Kreuzgewebe)



KERN-BALSAHOLZ



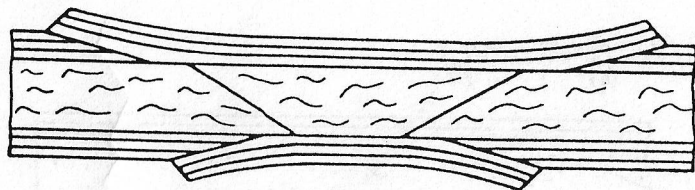
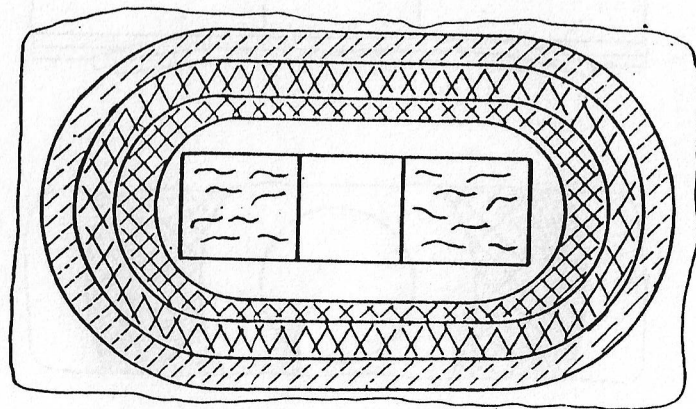
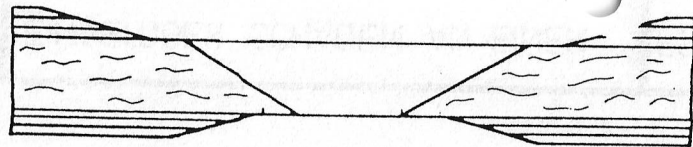
AVS

DURCHBRUCH EINER SANDWICHSCHALE
INNENSEITE UNZUGÄNGLICH

FS-79 09 14
ABB.: 1-2-3c

AVS

DURCHBRUCH EINER SANDWICHSCHALE FS-79 09 15
INNENSEITE UNZUGÄNGLICH (I) ABB.: 1-2-3.



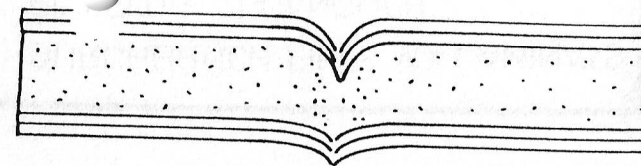
bei Balsaholz D:L = 1:10

AVS

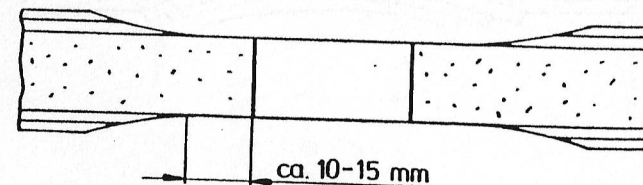
DURCHBRUCH EINER GANZEN
SANDWICHSCHALE BEIDSEITIG ZUGÄNGLICH
KERN AUS BALSAHOLZ

FS-79 0913
ABB.: 1.2-34

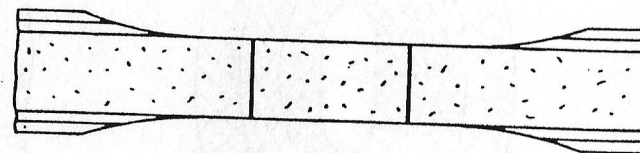
a)



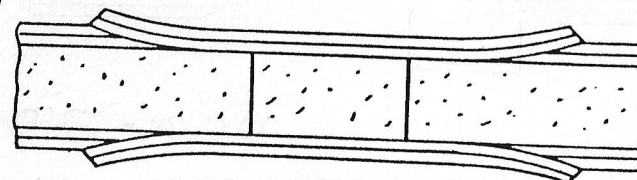
b)



c)



d)

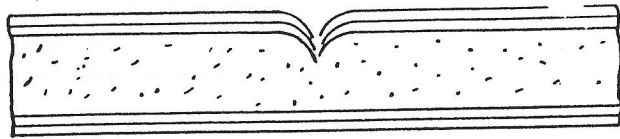


AVS

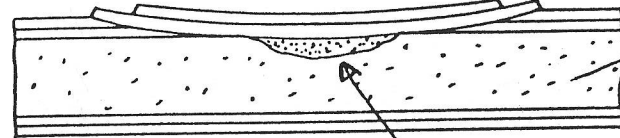
DURCHBRUCH EINER SANDWICHSCHALE
BEIDSEITIG ZUGÄNGLICH
KERN AUS BALSAMHOLZ

FS-79 09 12
ABB.: 1.2-3

a)

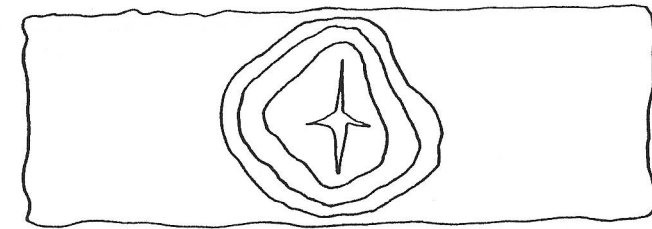
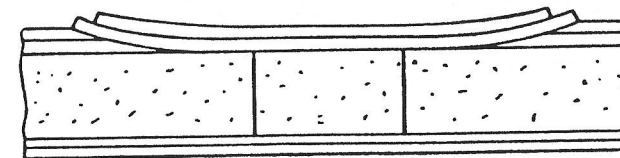
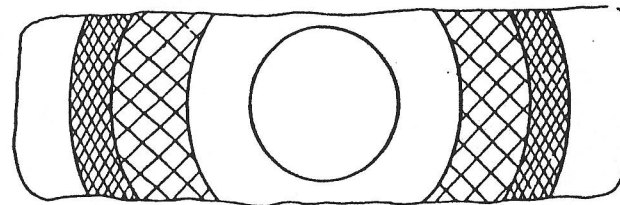
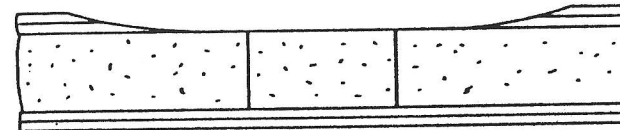


b)



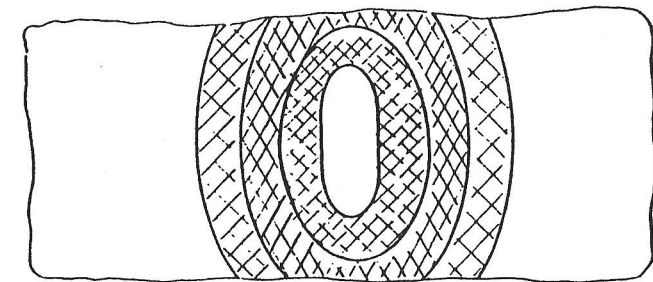
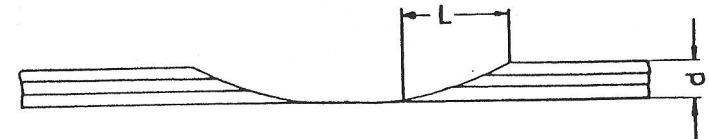
PVC Schaum.
Microballons (Aerosil)

c)

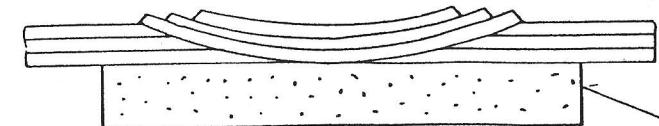


D:L = 1:50

b)



c)



BEILAGE

AVS

EINSEITIGER SCHADEN AN EINER
SANDWICHSCHALE

FS-79 09 04

ABB. 1.2-32

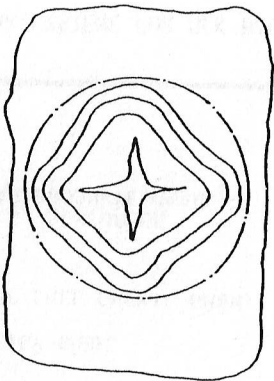
AVS

DURCHBRUCH EINES VOLLAMINATS
EINSEITIG ZUGÄNGLICH

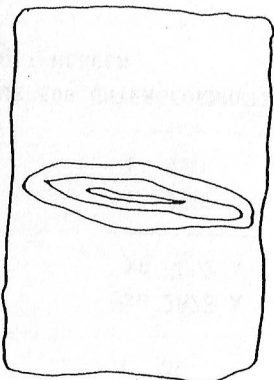
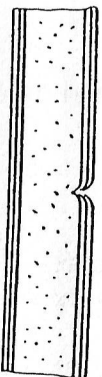
FS-79 09 03

ABB. 1.2-31

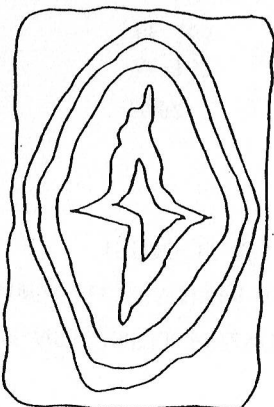
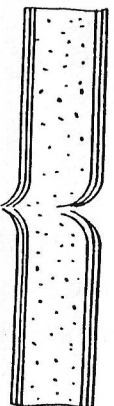
BESCHÄDIGUNG EINER
VOLL-GFK-SCHALE



GEBROCHENE DECKHAUT
EINER SANDWICH-SCHALE



DURCHBRUCH DER GANZEN
SANDWICH-SCHALE

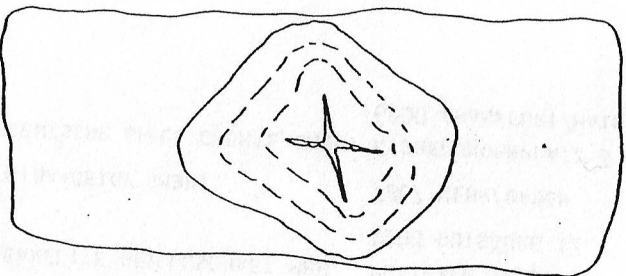
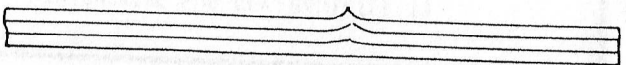
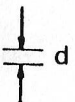


AVS

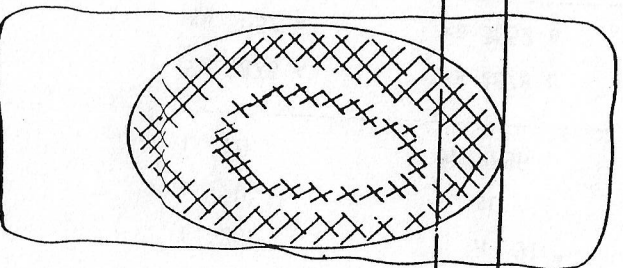
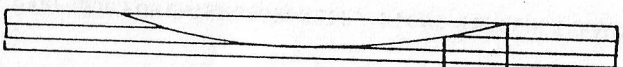
SCHÄDEN AN GFK - STRUKTUREN

FS-79 09 01

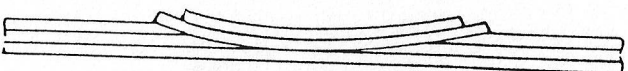
ABB.: 1.2-29



a)



b)



c)

FS-790902

ABB.: 1.2-30

OBERFLÄCHENSCHADEN

AVS

LISTE LBA-ANERKANNTER HARZSYSTEME FÜR CFK-BAUTEILE
VON SEGELFLUGZEUGEN UND MOTORSEGLERN
(STAND 1. APRIL 1983)

HERSTELLER	HARZ	HÄRTER
SHELL / BASF	GE 163	EPIKURE 113
BAKELITE	L 20	H 91 *
	L 20	SL
	L 20	VE 2896
CIBA	XB 2878 A	XB 2878 B
	XB 3052 A	XB 3052 B

* DARF NUR FÜR UNTERGEORDNETE, NICHT TRAGENDE BAUTEILE
VERWENDET WERDEN

1. BAKELITE GESELLSCHAFT MBH, POSTFACH 120244
4100 DUISBURG 12
2. CIBA-GEIGY GMBH, 7867 WEHR/BADEN
3. DEUTSCHE SHELL CHEMIE GMBH, NIEBELUNGENPLATZ 3
6000 FRANKFURT/MAIN

LISTE LBA-ANERKANNTER HARZSYSTEME FÜR GFK-BAUTEILE
VON SEGELFLUGZEUGEN UND MOTORSEGLERN
(STAND 1. APRIL 1983)

HERSTELLER	HARZ	HÄRTER
SHELL	GE 162	EPIKURE 113
	GE 163	EPIKURE 113
BAKELITE	L 20	H 91 *
	L 20	SL
	L 20	VE 2896
CIBA	XB 2878 A	XB 2878 B
	XB 3052 A	XB 3052 B
SCHEUFLE	L 160	160
	L 160	260 S

* DARF NUR FÜR UNTERGEORDNETE, NICHT TRAGENDE BAUTEILE
VERWENDET WERDEN

ANSCHRIFTEN:

1. BAKELITE GESELLSCHAFT MBH, POSTFACH 120244
4100 DUISBURG
2. CIBA-GEIGY GMBH, 7867 WEHR/BADEN
3. DEUTSCHE SHELL CHEMIE GMBH, NIEBELUNGENPLATZ 3
6000 FRANKFURT/MAIN
4. MARTIN G. SCHEUFLE KUNSTHARZPRODUKTE GMBH, GABLENBERGER HAUPTSTR. 20
7000 STUTTGART 1

Styropor:

Thermopete
4 mm stark
spez. Gewicht 15 kp/m³

Poron-Werke GmbH
6122 Erbach
Brunnenstraße 5

Füllstoffe für Harz:

Microballons braun

Lackfabrik Bäder KG
7300 Eßlingen
Schließfach 25

Baumwollflocken
Typ FL 11

Schwarzwälder Textil-Werke
7623 Schenkenzell
Postfach 12

Lack:

PE-Schwabbellack,
weiß, Nr. 3-69120
PE-Härter Nr. 07-20500
100 Gew. Teile Schwabbellack
10 Gew. Teile Härter
Verdünnung Nr. 6-10170

Lesonal-Werke
7000 Stuttgart 30
Postfach 30 07 09

Rotlackierung:

Nitro-Cellulose-Kombilack
blutorange RAL 2002

Lackfabrik Bäder KG
7300 Eßlingen
Schließfach 25

Verwendetes Material und Bezugsquellen

Harz: Shell Epikote 162

Härter: BASF Laromin C 260

Mischungsverhältnis: 100 Gewichtsteile Harz - 38 Gewichtsteile Härter

Glasseldengewebe:

Hersteller: Interglas Textil GmbH, 7900 Ulm, Söllinger Str. 246.

Verwendung	Webart	Gewicht g/qm	Interglas- Nr.
Rumpf	Doppelköper	161	92 110
	Doppelköper	390	92 140
	Kettverstärkt	433	92 146
Flügel	Doppelköper	161	92 110
	Doppelköper	276	92 125
	Kettverstärkt	433	92 146
Höhen- und Seitenruder	Doppelköper	276	92 125
Querruder	Doppelköper	276	92 125
	Doppelköper	161	92 110

Alle Gewebe bestehen aus alkalfreiem E-Glas mit Volan-A-Finish oder Finish I 550.

Rovings:

EC 10-80-2400 K 43

Hersteller:

Gevetex
4000 Düsseldorf
Postfach 1205

Schaumstoff:

PVC-Hartschaum
Conticell 60
8 und 8 mm stark
spez. Gewicht 60 kp/m³

Continental AG
3000 Hannover

DIAB - BARRACUDA GMBH
Friedensthaler Str 25
D-3000 Hannover 21
Tel 0511/ 792023

[QUELLE: REPERATURVORSCHRIFT FA. GROB, MINDELHEIM]

AVS

VERWENDETES MATERIAL
UND BEZUGSQUELLEN

FS-790908

ABB.: 1.2-28

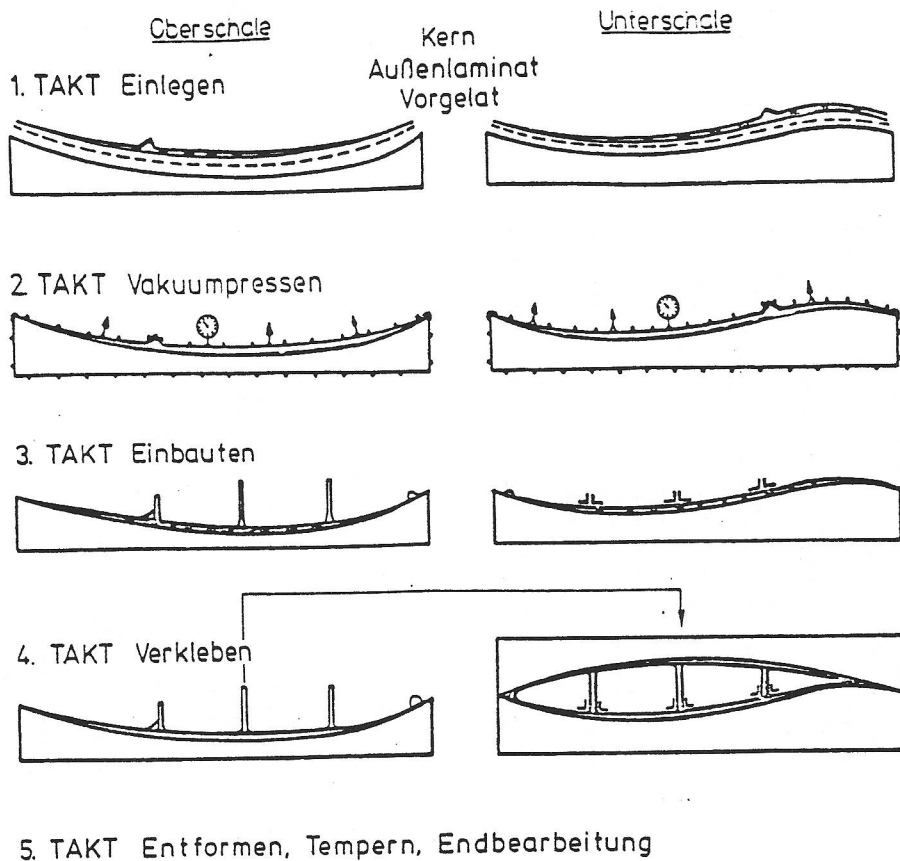
[QUELLE: REPERATURVORSCHRIFT FA. GROB, MINDELHEIM]

AVS

VERWENDETES MATERIAL
UND BEZUGSQUELLEN

FS-79 090

ABB.: 1.2-2

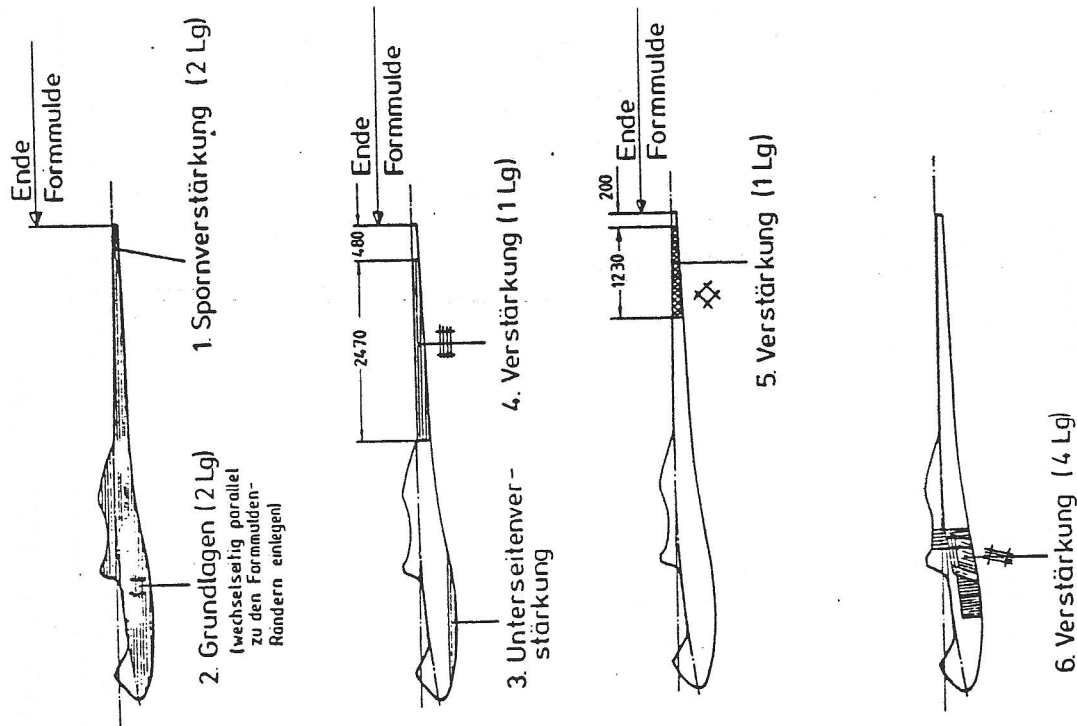


VS

Phoebe SCHALEN-FERTIGUNG

FS - 800819

Abb. 1.2-25



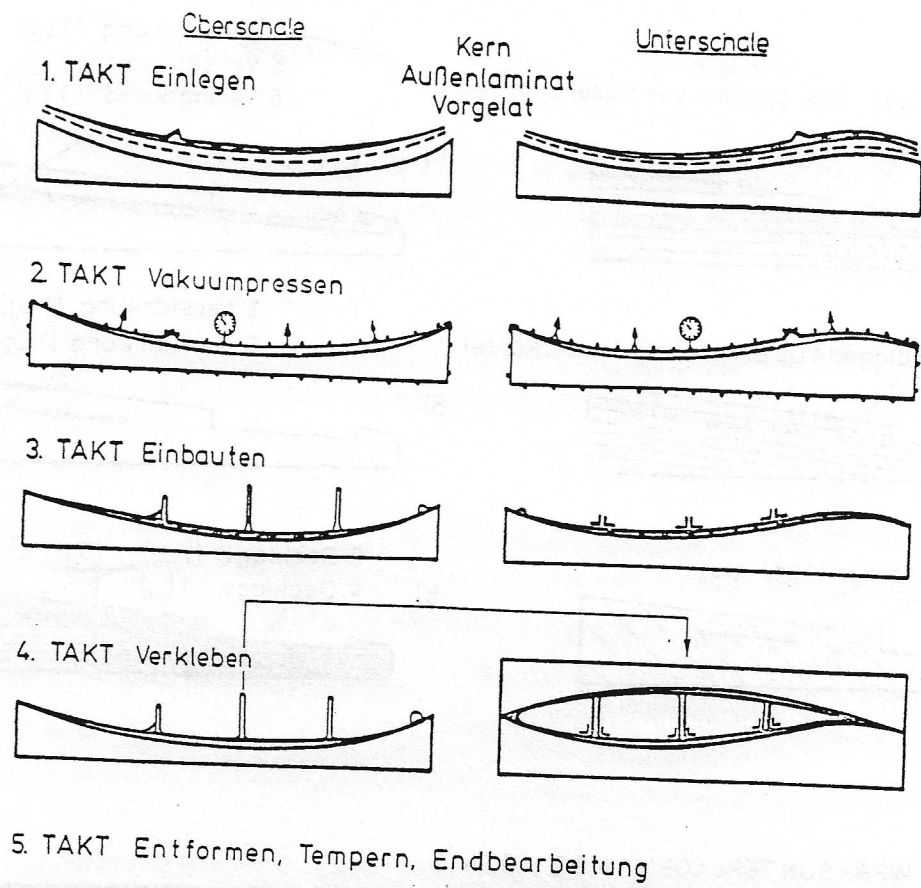
QUELLE: WERKSUNTERLAGEN MBB, OTN I

FS-79 0910

AUSSENLAMINAT FÜR
UNTERSCHALE "PHOEBUS"

ABB.: 1.2-26

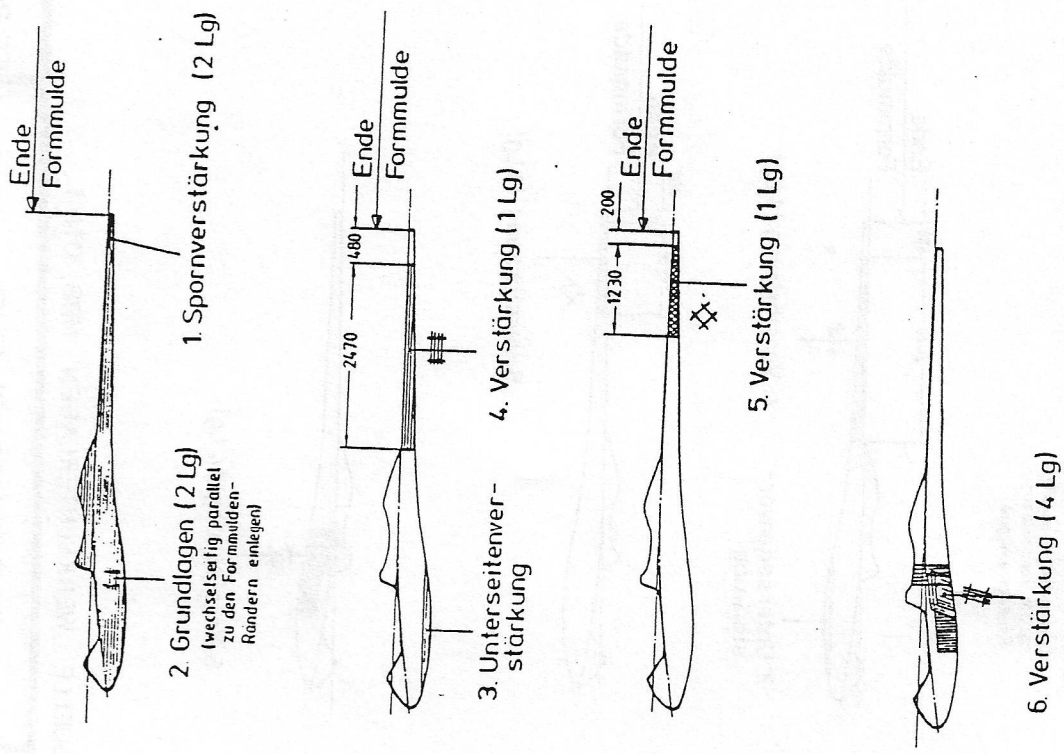
VS



VS

Phoebe SCHALEN-FERTIGUNG

FS - 800815
Abb.1.2-25

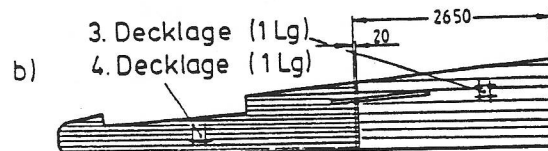
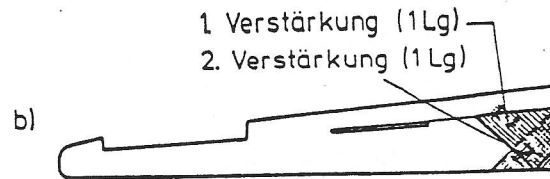
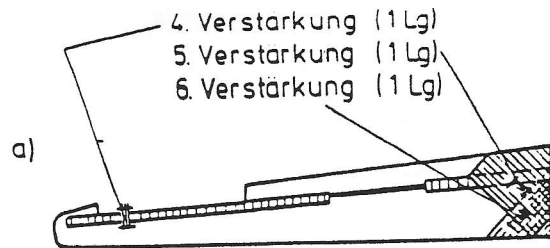
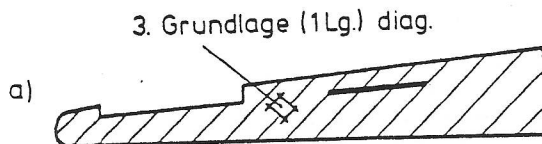
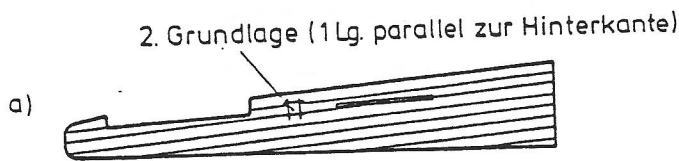
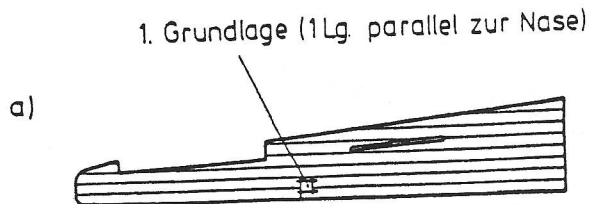


[QUELLE: WERKSUNTERLAGEN MBB, OTN]

FS-790910
ABB.:1.2-26

AUSSENLAMINAT FÜR
UNTERSCHALE "PHOEBUS"

VS



[QUELLE: WERKSUNTERLAGEN MBB, OTN]

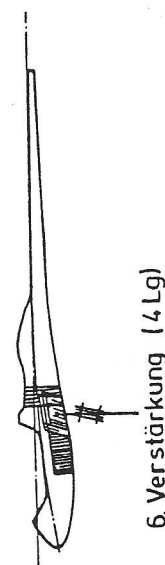
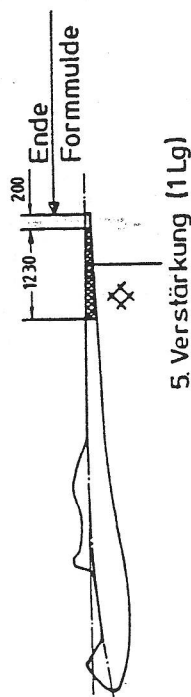
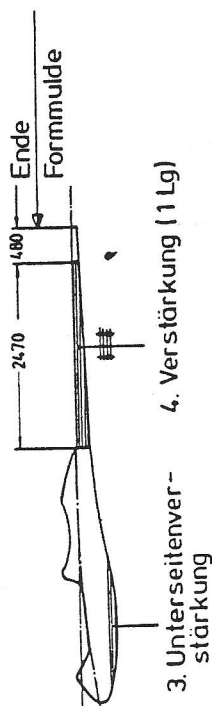
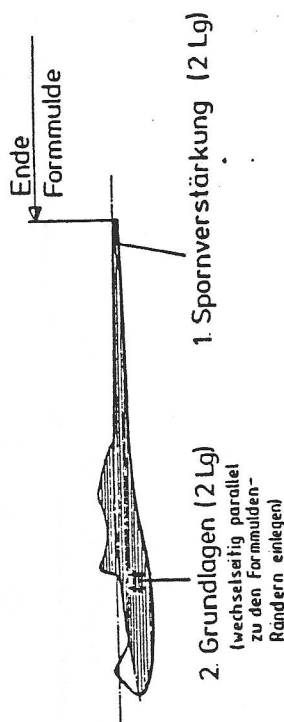
VS

REIHENFOLGE DER LAMINATLAGEN BEIM SEGELFLUGZEUG "PHOEBUS" OBER- u. UNTERSCHALE GLEICH

a) AUSSENLAGEN b) INNENLAGEN

FS-790909

ABB. 1.2-2



[QUELLE: WERKSUNTERLAGEN MBB, OTN]

AUSSENLAMINAT FÜR
UNTERSCHALE "PHOEBUS"

FS-790910

ABB. 1.2-24

AVS

Vereinfachter Gewebebelegungsplan ASTIR CS

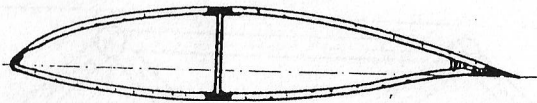
Verstärkungen in besonders beanspruchten Bereichen und bei Kräfteinleitungen sind nicht aufgeführt.

1. Flügel

Außenlaminat
1 Lage 92 110 diagonal
1 Lage 92 125 diagonal
Kern
Conticell 60 8 mm
Innenlaminat
1 Lage 92 125

Wing

Outer laminate
1 Layer 92 110
1 Layer 92 125
Core
Conticell 60 8 mm
Inner laminate
1 Layer 92 125



2. Rumpf

Von außen nach innen
1 Lage 92 110 längs
1 Lage 92 148 längs
3 Lagen 92 140 diagonal

Fuselage

From outside to inside
1 Layer 92 110 lengths
1 Layer 92 148 lengths
3 Layers 92 140 diagonal



3. Ruder

Höhenruder
Seitenruder
Querruder
2 Lagen 92 125 diagonal

Controls

Elevator
Rudder
Aileron
2 Layers 92 125 diagonal

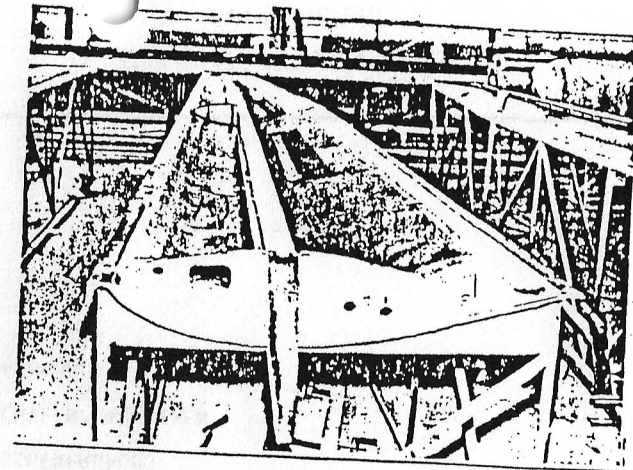


4. Höhenflosse

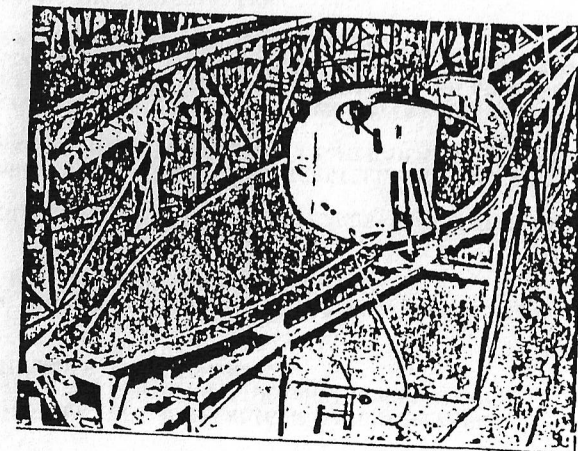
2 Lagen 92 110 diagonal
Kern: Conticell 60 8 mm
1 Lage 92 110 diagonal

Fin

2 Layers 92 110 diagonal
Core: Conticell 60 8 mm
1 Layer 92 110 diagonal



FLÜGELFORMMULDE



RUMPFFORMMULDE

[QUELLE: D. GEISTMANN, DIE ENTWICKLUNG DER KUNSTSTOFF-SEGELFLUGZEUGE, MOTORBUCHVERLAG STGT.]

[QUELLE: REPERATURVORSCHRIFT, FA. GROB, MINDELHEIM]

AVS

VEREINFACHTER
GEWEBEBELEGUNGSPLAN

FS-790916

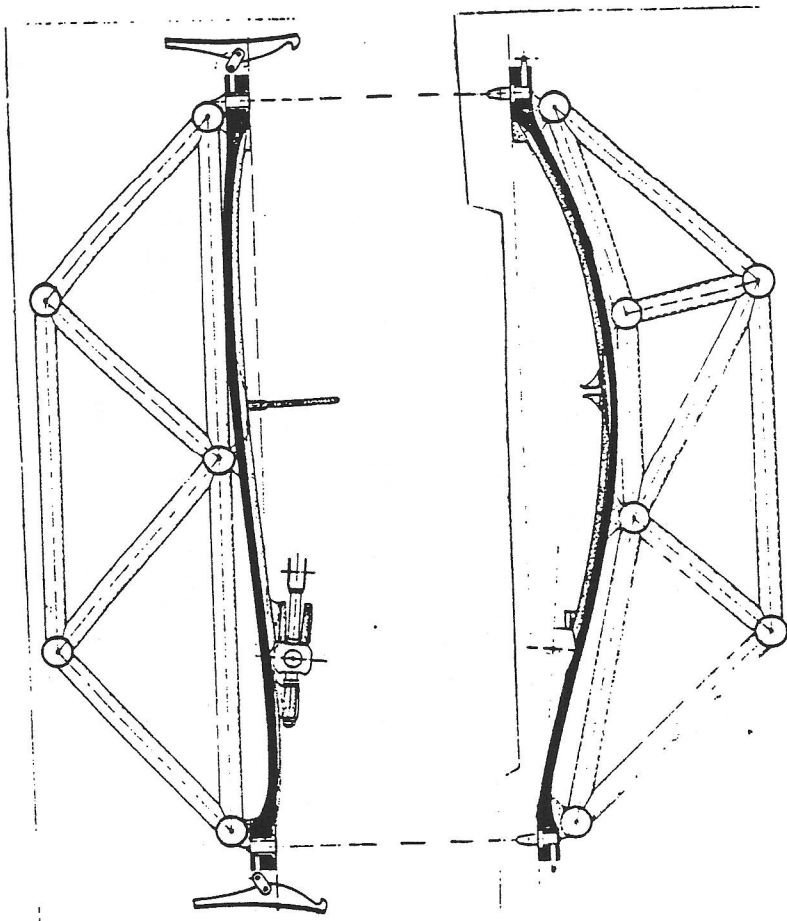
ABB. 1.2-22

AVS

FORMMULDEN

FS-790906

ABB. 1.2-22



QUELLE: D. GEISTMANN, DIE ENTWICKLUNG DER KUNSTSTOFF -
SEGELFLUGZEUGE. MOTORBUCHVERLAG STGT.1

AVS
SCHEMA EINER FLÜGEL -
FORMULDE
FS-790905
ABB. 1.2-20

- HALTER ÜBER DEN SCHADEN INFORMIEREN.
- SCHADENSMELDUNG ÜBER BAUPRÜFER ABWICKELN,
VERSICHERUNG INFORMIEREN.
- EINDEUTIGE SCHADENSERKENNUNG UND -KLASSIFIZIERUNG
VORNEHMEN. BEFUNDBERICHT ERSTELLEN.
- BESCHAFFUNG DER NOTWENDIGEN BAUUNTERLAGEN
(ANGABEN IN DEN REPARATURANWEISUNGEN SIND
NICHT IMMER AUSREICHEND).
- KANN DER SCHADEN SELBST REPARIERT WERDEN ODER
MUß IHN DER HERSTELLER REPARIEREN?
- AUFSTELLEN EINES REPARATURPLANES (REPARATURPROTOKOLL)
- REPARATURANWEISUNGEN DES HERSTELLERS BEACHTEN.
REPARATUREN IM ZWEIFELFALLE MIT DEM HERSTELLER ABSTIMMEN.
- BESCHAFFEN DER ERFORDERLICHEN MATERIALIEN NACH HERSTELLER-
ANGABEN. LIEFERBEDINGUNGEN FÜR GLAS-FILAMENTPRODUKTE
LN 65066 UND 65061 UND HARZE LN 65065 BEACHTEN.
WARENEINGANGSPRÜFUNG DURCHFÜHREN.
- LAGERUNG DER MATERIALIEN.
LAGERBEDINGUNGEN BEACHTEN.
- SIND ALLE ERFORDERLICHEN WERKZEUGE UND HILFSSTOFFE
VORHANDEN? SIND DIE REPARATURBEDINGUNGEN (TEMPERATUR,
FEUCHTE) ERFÜLLT?
- DURCHFÜHRUNG DER REPARATUR, WENN ERFORDERLICH TEMPERN.
- ZWISCHENPRÜFUNG
- SPACHTELN/LACKIEREN
- ENDBAUNAHME

CHECKLISTE FÜR REPARATUREN AN
FWA-BAUTEILEN
FS - 800803
A00.1.0-1

AVS

- ABWEICHUNGEN VOM VORGESCHRIEBENEN
FERTIGUNGSPROZESS

HERSTELLER

- FEHLERHAFT ARBEITSWEISE

- UNSACHGEMASSE HANDHABUNG

- UNSACHGEMASSE LAGERUNG

- FREMDKÖRPEREINWIRKUNG

- MECHANISCHE ÜBERLASTUNG

- ÜBERHITZUNG

- EINWIRKUNG VON CHEMIKALIEN

- EROSION

Schlechte Handlung
Transport - Rangierschäden
falsche Lagerung im
verunreinigten Transportwagen
Ablagerung von Flugzeugteilen

SCHADEN:

- SCHRAMMEN, KRATZER
- BEULEN, DRUCKSTELLEN
- HOHLSTELLEN, LUNKER
- GELÖSTE KLEBUNG
- DELAMINATIONEN (HÄUFIG AN KRAFTEINLEITUNGSELEMENTEN)
- RISSE, DURCHBRÜCHE
- VERFORMUNG
- EROSION
- THERMISCHE SCHÄDIGUNG
- CHEMISCHE SCHÄDIGUNG

PRÜFUNGEN:

Sichtprüfung
Kopftest *Unregelmässigkeit in der*
Spiegelung der Oberfläche
Sichtprüfung (Ruck oder Gelack entfernen)
" "
Masskontrolle
Sichtprüfung
" " *(Verfärbung)*
" " *(Veränderung an der Struktur der Oberfläche)*

Düsendurchmesser in mm:	1,5 - 2,0	1,5 - 2,0	1,5 - 2,0
Trockenschichtstärke in μm	350 - 400	350 - 400	350 - 400
Temperatur:	ca. 12 std bei 50-55°C	ca. 12 std bei 50-55°C	ca. 12 std bei 50-55°C
Glanzgrad "Lackieren in die Form":	formabhängig	formabhängig	formabhängig
Reparaturlackierung:	matt, wird geschliffen und geschwabbelt	hochglänzend	hochglänzend
Lieferviskosität:	20 - 25 sec/6 mm	Brookfield 20/6 : 8 - 12	25 - 30 sec/6 mm
Lagerstabilität bei 5-20°C: (in geschlossenen Originalgebinden)	6 Monate	6 Monate	6 Monate
Flammpunkt:	+ 28°C	+ 28°C	+ 28°C
Überlackierbarkeit:	Mit fast allen Lackmat.	Mit fast allen Lackmat.	Mit fast allen Lackmat.
Ausbesserungsmöglichkeiten:	03-69066 und 03-69120	03-69100 und 03-69469	03-69076
Oberflächenbehandlung bei nicht "in die Form Lackieren":	Es muß geschliffen und poliert (geschwabbelt) werden.	Es kann geschliffen und poliert werden.	
Gefahrklasse:	A II	A II	A II
Spezifisches Gewicht kg/m^3	1200 - 1250	1180 - 1220	1180 - 1220
Festkörper (Verarbeitungszustand):	97,5 %	98,6 %	98,8 %
Kennzeichnung:	K/X _n , enthält Styrol	K/X _n , enthält Styrol	K/X _n , enthält Styrol
Untergrund, Laminierharze:	UP- und EP - GFK	UP- und EP - GFK	UP- und EP - GFK

Lösungsmittelgehalt nach TA - Luft

Klasse I:	-	-	-
Klasse II:	43,0 %	29,0 %	26,0 %
Klasse III:	-	-	-
Weniger thixotrope oder dünnere Einstellung:	03-69120	03-69469	-
Andere UP-Härter für waagerechte Flächen und Reparaturen:	07-20500	07-20500	07-20500
Gewichts-%:	100:10	100:10	100:10
Volumen-%:	100:12-13	100:12-13	100:12-13

Spritzern und Trocknung beim Lackieren in die Form" bis zum Laminieren bei 20-30°C Formtemperatur:

a) 15 - 20 Minuten 3 - 20 Stunden 3 - 24 Stunden
Hängt in sehr starkem Maß von den Temperaturen der Form, des Materials und des Raumes ab

b) Material muß geliert aber noch leicht klebrig sein (15-30 Min.). Fingerprobe: eine leichte "Spur" muß zurückbleiben. Nach dem klebfreien Aushärten darf nicht mehr laminiert werden (nach ca. 40-60 Min.), da sonst Verbundschwierigkeiten auftreten können.
b) Material muß gut geliert sein. Fingerprobe: es darf nur noch ein geringfügiger Kleber vorhanden sein, die "Spur" darf kaum noch sichtbar sein.
Nicht vorher laminieren (untere Grenze: 3-5 Std.)

Temperatur:	5 - 20°C	5 - 20°C	5 - 20°C
Charakteristik:	Geeignet zum "Lackieren in die Form" und konventionellem Lackieren. Sehr gut schleif- und polier- (schwabbel-) bar.	Geeignet zum "Lackieren in die Form", konventionell Spritzen für Reparaturen. Schleifen und Polieren nicht notwendig aber möglich. Preiswerte Einstellung von 03-69076, gute Universalqualität.	Geeignet zum "Lackieren in die Form". Optimale Qualität für Außenbeschichtungen.
Lackierungsgeräte:	Fließbecherpistole, Pinsel oder Walze	Fließbecherpistole, Pinsel oder Walze	Fließbecherpistole, Pinsel oder Walze
Lackauftrag in g/m ² :	300 - 400	300 - 400	300 - 400
Reifgänge:	3 - 3,5	3 - 3,5	3 - 3,5
Spritzdruck in bar:	4,5 - 5,5	4,5 - 5,5	4,5 - 5,5

Vergleich der UP-Vorgelate (Gelcoats) und UP-Schwabbellacke

Stille

Materialbezeichnung:	UP-Schwabbellack	UP-Vorgelat	UP-Vorgelat
Materialnummer:	03-69066	03-69100	03-69076
Farbton:	weiß	weiß	weiß
-Härter (für senkrechte Flächen):	07-20510	07-20510	07-20510
Verdünnungsverhältnis Gewichts - %:	100 : 2-3	100 : 2-3	100 : 2-3
Volumen - %:	100 : 2,5-3,5	100 : 2,5-3,5	100 : 2,5-3,5
Reifzeit von 100g-Ansatz bei 20°C:	15 - 20 Minuten	20 - 30 Minuten	15 - 20 Minuten
- Verdünnung zum Spritzen:	06-30260	06-30260	06-30260
zum Reinigen:	06-10170	06-10170	06-10170
Verarbeitungsviskosität:	65 - 75 Sek./4 mm	30 - 40 Sek./4 mm	60 - 65 Sek./4 mm
Verarbeitungsmöglichkeiten:	Spritzen, Streichen, Walzen	Spritzen, Streichen, Walzen	Spritzen, Streichen, Walzen
Verarbeitungs ----- temperatur:	20 - 25°C	20 - 25°C	20 - 25°C
Ansatzgebiete:	Segelflugzeug- u. Automobilbau	Segelflugzeug- u. Automobilbau	Segelflugzeug-, Automobil- und Bootsbau
Anwendung als:	Schwabbellack und Vorgelat (Gelcoat)	Vorgelat (Gelcoat)	Vorgelat (Gelcoat)
Docknung bei 20°C			
staubtrocken :	20 - 40 Minuten	30 - 60 Minuten	4 - 5 Stunden
schleiffähig :	5 - 6 Stunden	12 - 15 Stunden	12 - 24 Stunden
überlackierbar :	5 - 6 Stunden	15 - 24 Stunden	15 - 24 Stunden
durchgehärtet :	1 - 2 Tage	1 - 2 Tage	2 - 3 Tage

1.2-16.6 *EF*

Schleifbandkörper
Gummiträger
(Katalog)

E.O. Crummenerl KG
5880 Lüdenscheid
Postfach 13 80
Tel.: 02351/25086

Schraubheftnadel

Edgar Hausmann GmbH
Nietwerkzeuge
3510 Hannover
Münden 21
Tel.: 05545/781

Handreiniger
"Cupron"

Lange u. Ritter GmbH
7016 Gerlingen
Dieselstraße 25
Tel.: 07156/23011-13

Pinself
"Modler"
(Katalog)

Adolf Reiss u. Sohn
8000 München
Zehntfeldstr. 91 beim Michaelibad
Tel.: 089/432061

Poliermittel
(Schwabbellacke)

Menzerna Werk
Dr.-Ing. W. u. L. Burkart
Karlsruhe

Pflegesatz für Plexiglashauben
(auch Reparatur)

Firma
Van Dusen
Am Flugplatz
6073 Egelsbach

Lieferantenliste für das Verarbeiten von EP- und UP-Harzen

HARZE	EPIKOTE 162 mit Härter ARALDIT, EP-Harz u. Härter RUTAPOX, EP-Harz u. Härter	Deutsche SHELL AG, Hamburg CIBA-Chemie, Wehr/Baden BAKELITE-Werke, Letmathe
VERSTÄRKUNGS- FASERN	GLASROVINGS	GEVETEX Textilglas GmbH Oppenhofallee 115 Postfach 1205 5100 Aachen
	GLASGEWEBE	INTERGLAS - Textil Söflinger Str. 246 7900 Ulm
ELASTISCHES FORMATERIAL	SILKON-KAUTSCHUK-GIEßMASSE	Wacker-Chemie Prinzregentenstr. 22 8000 München 22
TRENNMITTEL	TRENNMITTEL F 57 0 - 6 - 0	Würtz E. u. P. 6530 Bingen Postfach 231 COSTENOBLE 6000 Frankfurt/M. Guiolettstr. 47 Tel. 0611/72 36 34.
FÜLLSTOFFE	AEROSIL MICROBALLON BAUMWOLLFLOCKEN SILIKON-DICHTSCHNUR Macro-Plast KB 2450 ER - 8 x 17 m - 12 x 3 mm VAKUUMFOLIE VAC-PAK HS-6262 - Film HOSTAPHANFOLIE RN 25 = 0,025 mm RN 75 = 0,075 mm RN 250 = 0,25 mm ABREISGEWEBE BAUMWOLLLHANDSCHUHE PVC Handschuhe HAUTSCHUTZMITTEL	DEGUSSA Steinweg 6 6000 Frankfurt J. Tacke Hölter Höhe 20 433 Mülheim/Ruhr Schwarzwälder Textilwerke H. Kautzmann GmbH 7623 Schenkenzell Henkel & Cie. GmbH Klebewerk Henkelstraße 67 4000 Düsseldorf 1 Tel. 0211/7997784 Aero Consultants LTD. 8600 Dübendorf/Schweiz Postfach 2117 Fa. Pütz & Co. 6240 Wehen Waldstr. 26 Tel. 06120/9081 Webstoffe Waiblingen Zeppelinstraße 3 7050 Waiblingen Tel. 07151/51086 Bernhard Reuschel Ottobrunn Schwalbenstraße 1 Roman Werly 8045 Ismaning Emmeramstr. 6 Chemische Fabrik Stock- hausen & Cie. Krefeld Postfach 12 38 4150 Krefeld Tel. 02151/338598

0208 / 376724

REPARATURDURCHFÜHRUNG

ERFÜLLT RAUMKLIMA DIE ERFORDERNISSE?

TEMPERATUR: SOLL: $20^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$

LUFTFEUCHTIGKEIT: SOLL: $\leq 50\%$

Ist: _____ $^{\circ}\text{C}$

Ist: _____ %

SCHÄFTWINKEL BZW. ÜBERLAPPUNGSLÄNGEN BEACHTEN

<u>HARZANSÄTZE:</u>	<u>ANSATZ NR.</u>	<u>MENGE /G/</u>	<u>DATUM</u>	<u>UHRZEIT</u>	<u>UNTERSCHRIFT</u>	<u>REF. PROBE POSITIV?</u>
ANSÄTZE NICHT UN- TER 50 G; GRÖßERE ANSÄTZE AUF MEH- RERE GE- FÄßE VER- TEILEN	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					

WEITERE ANSÄTZE AUF EINEM BEIBLATT ANFÜHREN

AUSHÄRTEZEIT EINGEHALTEN? SOLL: _____ H IST: _____ H

WEITERE BEARBEITUNG ERFOLGTE AM: _____ UM _____ UHR

SICHTKONTROLLE DURCHGEFÜHRT?

ALLE REFERENZPROBEN POSITIV?

TEMPERN: WURDE EIN TEMPERVORGANG DURCHGEFÜHRT? JA / NEIN

WENN JA : ES WURDE _____ H BEI _____ $^{\circ}\text{C}$ GETEMPert

TEMPERSCHRIEB NACH MÖGLICHKEIT ANHEFTEN

ANSCHLEIFEN, SPACHTELN, NACHSCHLEIFEN, LACKIEREN

ENDABNAHME:

ERNEUTE SICHTKONTROLLE; REPARATURPROTOKOLL AUSGEFÜLLT?

IST SCHWERPUNKTWÄGUNG, MASSENAUSGLEICH ERFORDERLICH? JA/NEIN

EINTRAGUNG IN BORDBUCH, EINTRAGUNG IN L-AKTE (INCL. SCHWERPUNKTWÄGUNG)

REPARATURABNAHME D. PRÜFER DATUM: _____ UNTERSCHRIFT: _____

REPARATURDISPOSITION

(NUR KLASSE 2,3,4 -KLASSE 1 BEIM HERSTELLER REPARIEREN LASSEN)

REPARATURANWEISUNG DES HERSTELLERS MUSZ VORLIEGEN!

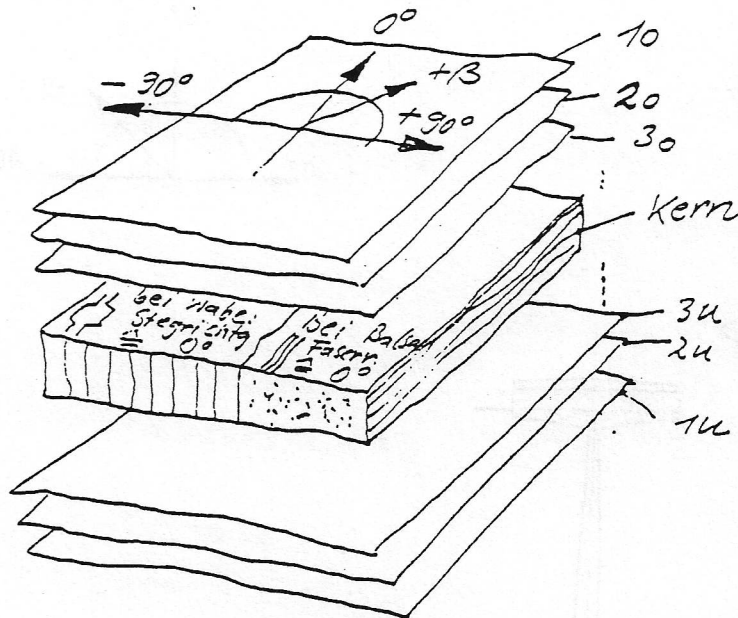
BAUUNTERLAGEN (ZEICHNUNGEN, LAMINIERPLÄNE) LIEGEN VOR:

JA / NEIN

SCHRIFTLICHE AUSKUNFT DES HERSTELLERS LIEGT VOR:

JA / NEIN

AUFBAU DER SCHADENSSTELLE



LAGE	TYP	β = KETT- RICHTUNG
10		
20		
30		
40		
KERN		
4U		
3U		
2U		
1U		

WEITERE LAGEN AUF EINEM BEI-
BLATT ANFÜHREN

GEWEBE-, STÜTZ- UND FÜLLSTOFFE BEREITGESTELLT?

HARZ, TYP: _____ VERFALL: _____

HÄRTER, TYP: _____ VERFALL: _____

MISCHUNGSVERHÄLTNIS: _____ GT HARZ : _____ GT HÄRTER
BEREITGESTELLT?

FERTIGUNGSHILFSMITTEL BEREITGESTELLT?

WERKZEUGE BEREITGESTELLT?

VORRICHTUNG FÜR HARZPROBEN BEREITGESTELLT?

HYGIENEVORSCHRIFTEN BEKANNT?

UNFALLVERHÜTUNGSVORSCHRIFTEN LIEGEN AUF?

DATUM: _____ UNTERSCHRIFT: _____

REPARATUR AM SEGELFLUGZEUG / MOTORSEGLER

EINTRAGUNG: _____ TYP: _____

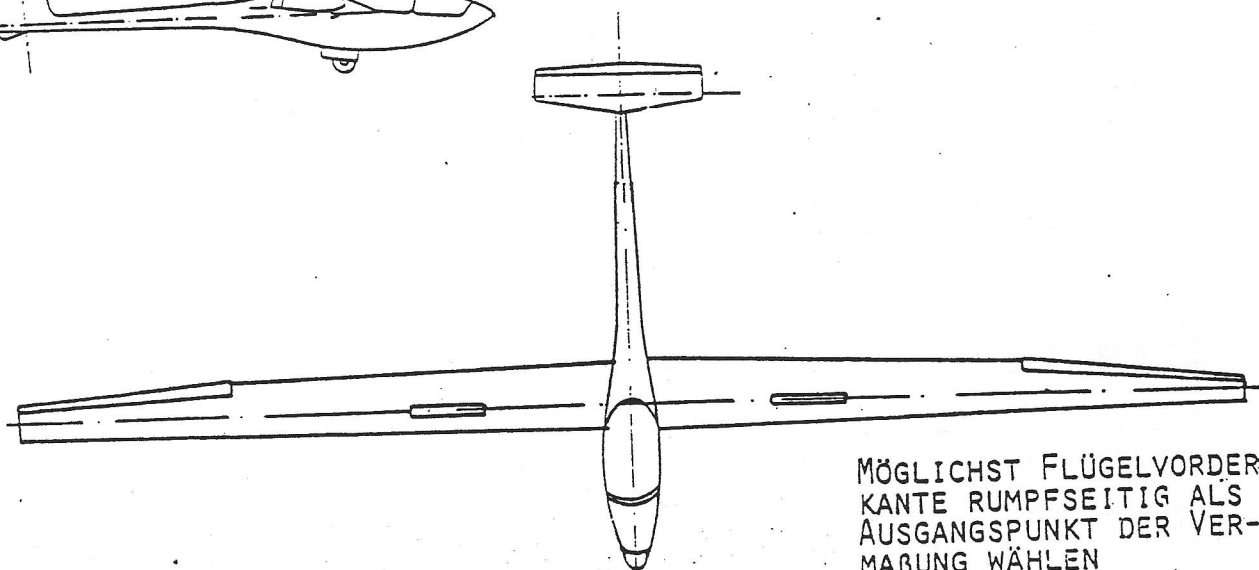
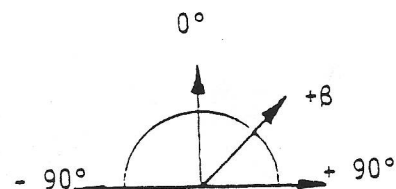
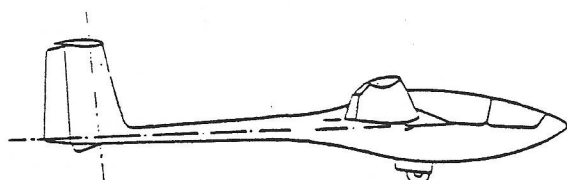
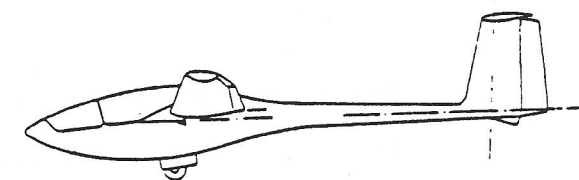
SCHADENSKLASSIFIZIERUNG

ORT DES SCHADENS

EINZEICHNEN UND VERMABEN

FASERORIENTIERUNG:

0° - Flugrichtung
am Schadensort eintragen



MÖGLICHST FLÜGELVORDER-
KANTE RUMPFSEITIG ALS
AUSGANGSPUNKT DER VER-
MABUNG WÄHLEN

BESCHREIBUNG DES SCHADENS: _____

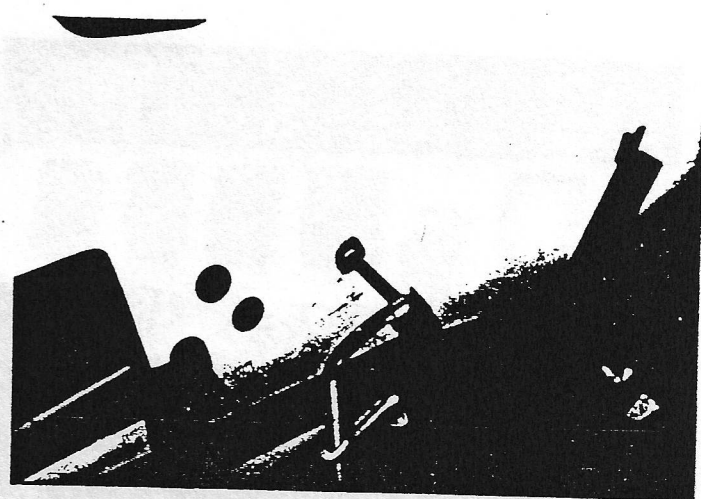
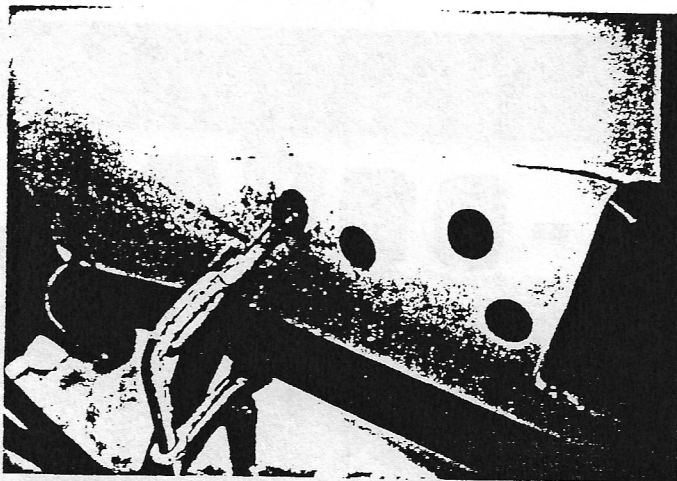
SCHADENSKLASSEN:

KLASSE 1	KLASSE 2	KLASSE 3	KLASSE 4
HAUPTKRAFT- FLÜSSE UNTER- BROCHEN	DURCHGEHENDE SCHÄDEN	EINSEITIGE SCHÄDEN	EROSION, SCHRAMMEN ETC. (OHNE BRUCH)
SCHÄDEN AN PRIMÄRBAUTEILEN ÜBER 20 CM Ø	SCHÄDEN AN PRIMÄRBAUTEILEN * UNTER 20 CM Ø	KEINE GRÖßENBEGRENZUNG FÜR PRIMÄR- UND SEKUNDÄRBAUTEILE	
* UND SEKUNDÄRSTRUKTUREN 1. ART (RUDER & KLAPPEN)			

SCHADEN IST: KLASSE _____

DATUM: _____

UNTERSCHRIFT: _____



TYP: NIMBUS 2

VORGANG: RINGELPIEZ BEI AL

Klasse 1.

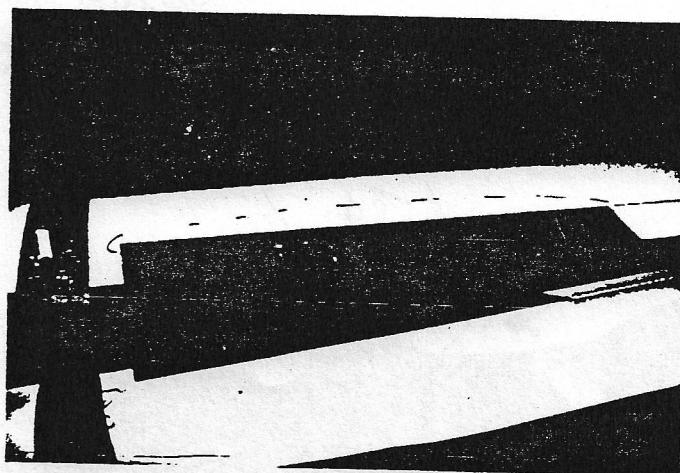
AVS

FLOGELANSCHLUSSBUCHSEN GESTAUCHT

FS - 791035

ABB.: 1.2-15

Klasse 1.



TYP: NIMBUS 2

VORGANG: RINGELPIEZ BEI AL

AVS

QR GESTAUCHT (SCHWER BEWEGLICH) RISSE IN QR-NAHE IM FLOGEL

FS - 791036

ABB. 1.2-16

Klasse 1



Typ: KESTREL

VORGANG: BODENBERÜHRUNG BEI AL MIT LINKER FLÄCHE, ANSCHLIESSEND RINGELPIEZ

VS

LW - TRÄGER GEBROCHEN

FS - 791033

ABB.: 1.2-13

Mit so ein Verbiegung
ist wahrscheinlich immer
Struktur auch beschädigt.

Klasse 1.



Typ: KESTREL

VORGANG: BODENBERÜHRUNG BEI AL MIT LINKER FLÄCHE, ANSCHLIESSEND RINGELPIEZ

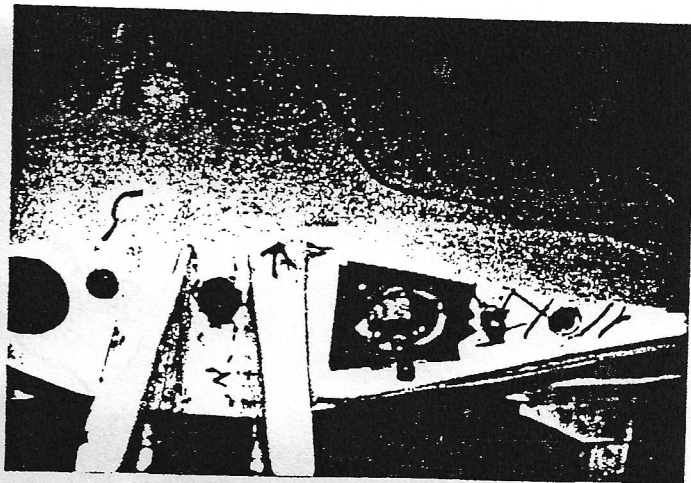
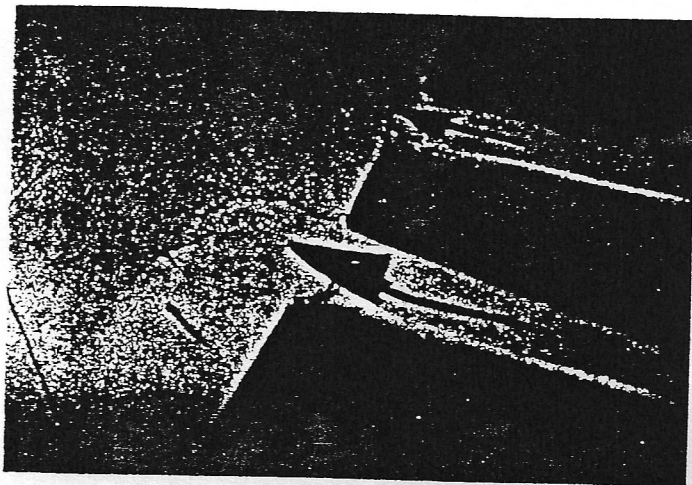
VS

LAMINATBRUCH IN SPORNNAHE

FS - 791034

ABB.: 1.2-14

Klasse 1



TYP: STANDARD LIBELLE

VORGANG: OBERZIEHEN BEI AL, DURCHSACKEN AUF METALLZAUN

AVS

LAMINATBROCHE AM HOLMSTUMMEL

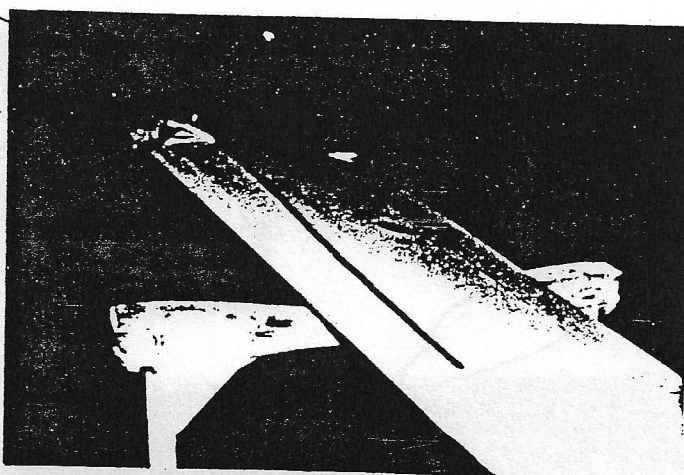
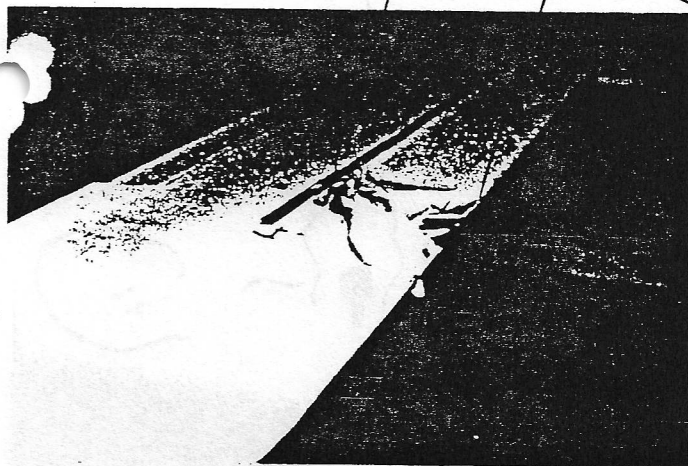
FS - 791031

ABB. 1.2-11

Klasse 1.

< 35 cm diam Klasse 2.

35 cm.



TYP: STANDARD LIBELLE

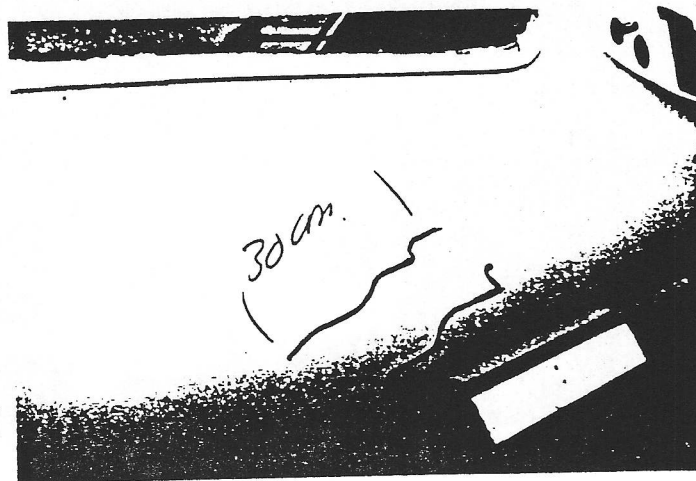
VORGANG: OBERZIEHEN BEI AL, DURCHSACKEN AUF METALLZAUN

AVS

LOKALE BESCHÄDIGUNG DER FLOGELNASE, HOLM INTAKT

FS - 791032

ABB. 1.2-12



Typ: ASW 19

VORGANG: HARTE LANDUNG

Klasse 4.

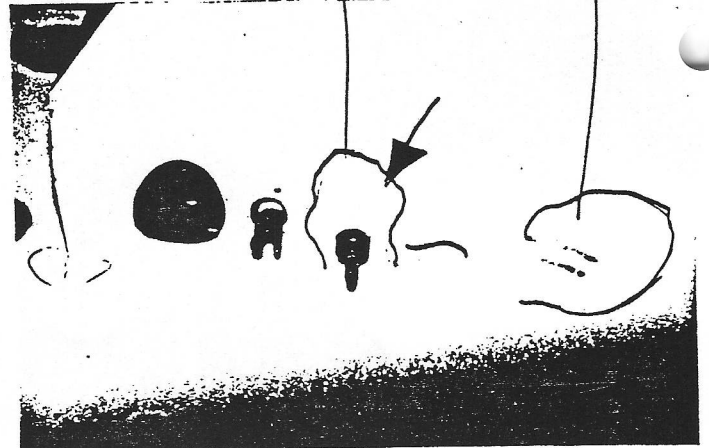
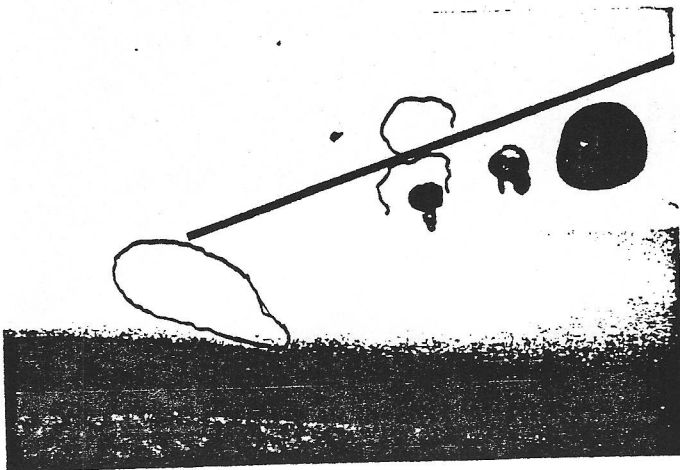
AVS

RUMPFSCHALE IN FW - NAHE VERFORMT

FS - 791029

ABB.: 1.2-09

(Kraftträger) *(Klasse 1)* *(Klasse 3)*



Typ: STANDARD LIBELLE

VORGANG: ÜBERZIEHEN BEI AL, DURCHSACKEN AUF METALLZAUN

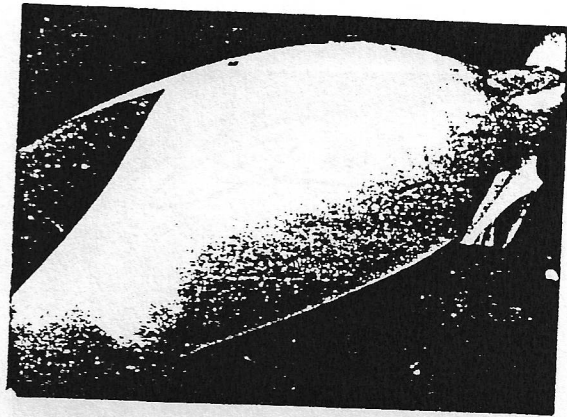
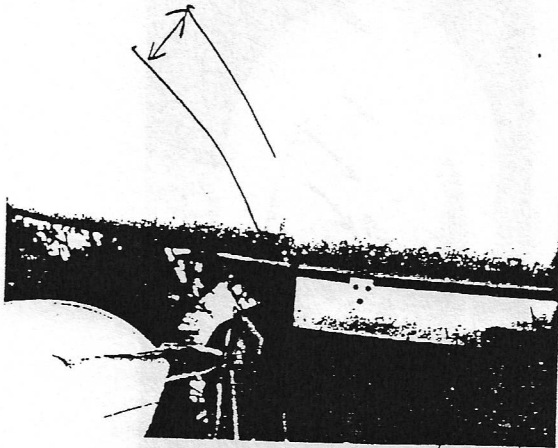
AVS

DELAMINATION IN NAHE DER FLOGELANSCHLOSSE

FS - 791030

ABB.: 1.2-10

Klasse 1
 Risse 40 cm. lang.



TYP: MOSQUITO

VORGANG: RINGELPIEZ BEI AL

Ko.
 Klasse 4.
 (Verkleidung)

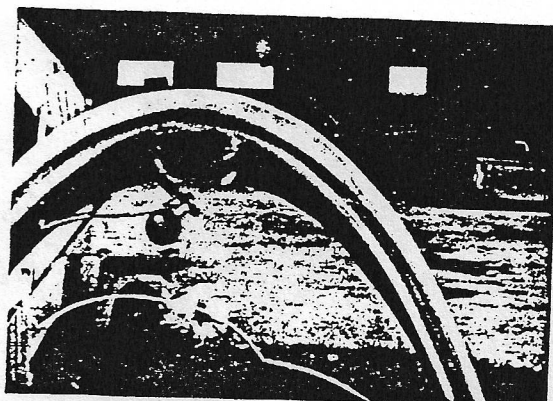
AVS

RUMPFSCHALE AM HAUPTSPANT GEBROCHEN

FS - 791027

ABB.: 1.2-0

Klasse 4. (Sekundärstruktur
 & Art)
 Canopy.



TYP: MOSQUITO

VORGANG: RINGELPIEZ BEI AL

AVS

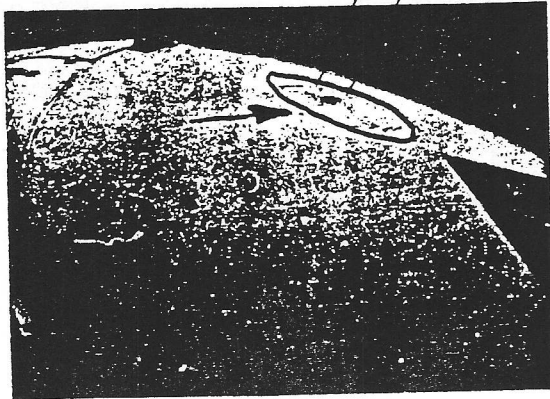
HAUBENRAHMEN BESCHÄDIGT

FS - 791028

ABB.: 1.2-08

Klasse 3⁴ Nichts durchgebohren

Klasse 2 10cm.



TYP: MOSQUITO

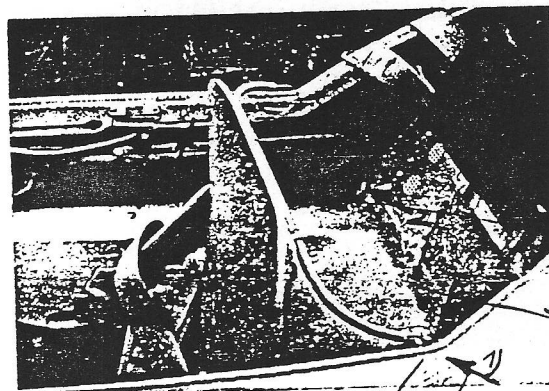
VORGANG: RINGELPIEZ BEI AL

AVS

RUMPFSCHALE VON FREMDKÖRPER DURCHSTOSSEN

FS - 791025

ABB.: 1.2-C5



Klasse 4

(Aber ist nur Verkleidung)

40cm

7cm.

Klasse 1

(Cockpitrahmung)

TYP: MOSQUITO

VORGANG: RINGELPIEZ BEI AL

AVS

COCKPITUMRANDUNG GEBROCHEN

FS - 791026

ABB.: 1.2-06

KLASSE 1: GROSSFLÄCHIGE ZERSTÖRUNGEN, DIE LTN TEILWEISES ERSETZEN DES BAUTEILS ODER EINE GROSSFLÄCHIGE REPARATUR ERFORDERN. DAS SIND INSBESONDERE SCHÄDEN, BEI DENEN DIE HAUPTKRAFTFLÜSSE DES FLUGZEUGS UNTERBROCHEN, BEZW. KRAFTEIN- UND -ÜBERLEITUNGEN VON PRIMÄR- UND SEKUNDÄRSTRUKTUREN 1. ART (RUDER UND KLAPPEN) GESTÖRT SIND.

BEISPIEL: LW - TRÄGER ARGEBROCHEN
FLÜGEL-, LW - GURT BESCHÄDIGT
COCKPITUMRANDUNG GEBROCHEN
QR, HLW AUSGERISSEN

*Über 20 cm.
Schaden gehört zur
Klasse 1!*

MERKE: KLASSE 1 NUR VOM HERSTELLER ODER LIZENSIERTEM BETRIEB ZU REPARIEREN!

KLASSE 2: LÖCHER UND BRÜCHE, DIE Z.B. DURCH EIN SANDWICH-TEIL HINDURCHGEHEN UND BEIDE DECKSCHICHTEN ZERSTÖREN, JEDOCH NUR IN KLEINEN BEREICHEN (CA 20 CM)

BEISPIEL: LOKALER TRANSPORTSCHADEN BEIM ABLADEN VOM HÄNGER

KLASSE 3: KLEINE LÖCHER ODER BRÜCHE IN DER AUSSENHAUT, DIE KEINE ZERSTÖRUNG IM INNEREN, WIE STÜTZSCHICHTEN ODER INNEREN DECKSCHICHTEN ZUR FOLGE HABEN.

BEISPIEL: AUSSERE DECKSCHICHT ANGEKRATZT BEI LANDUNG OHNE FW

KLASSE 4: EROSIONSTELLEN, SCHRAMMEN UND KERBEN, DIE NICHT MIT EINEM BRUCH ODER DURCHBRUCH VERRUNDEN SIND.

BEISPIEL: KRATZER BEIM EINRÄUMEN

MERKE: IN ZWEIFELSFÄLLEN IMMER ZUM HERSTELLER GEHEN!

- SIND AUFFÄLLIGE GEOMETRIEÄNDERUNGEN ZU BEOBACHTEN ?

- SIND RUDER, KLAPPEN, FW SCHWER ZU BEWEGEN ?

- SIND AUFFÄLLIGE WEICHHEITEN FESTZUSTELLEN ?

- SIND KLEBUNGEN AUFGEANGEN ?

- SIND DELLEN ODER LACKRISSE ERKENNBAR ?

- IST DIE GFK - STRUKTUR ANGERISSEN ODER DURCHSTOSSEN ?

- SIND AN DER (UNLACKIERTEN) INNENSEITE WEISSE STELLEN (VOR ALLEM IN BESCHLAGNÄHE) ERKENNBAR ?

- SIND FARBSPUREN ODER KRATZER AM LACK ZU BEOBACHTEN ?

- SIND UNREGELMÄSSIGKEITEN IN DER SPIEGELUNG DER OBERFLÄCHE FESTZUSTELLEN ?

1.2	REPARATURANWEISUNG
1.2.1	SCHADENSERKENNUNG
1.2.2	SCHADENSKLASSIFIZIERUNG (MIT BEISPIELEN)
1.2.3	REPARATURDISPOSITION
1.2.4	REPARATURVERFAHREN
1.2.5	REPARATURBEDINGUNGEN
1.2.6	UNFALL-/GESUNDHEITSSCHUTZ BEIM UMGANG MIT POLYMEREN

FS - 791037

ABB. 1.2.-01

REPARATURANWEISUNG-OBERSICHT

AVS

ROUTINEMÄSSIG:

- BEI DER JAHRESNACHPRÜFUNG
- BEI JEDER VORFLUGKONTROLLE

BEI BESONDEREN VORFÄLLEN IM FLUGBETRIEB:

- NACH JEDER AUSSENLANDUNG (RINGELPIEZ ?)
- NACH JEDER HARTEN LANDUNG AM PLATZ
- NACH FREMDKÖRPERBERÜHRUNG IM FLUG
- NACH JEDER (NOCH SO KLEINEN) STÖRUNG

BEI BESONDEREN VORFÄLLEN AM BODEN:

- NACH TRANSPORT UND AUFBAUEN
- NACH FREMDKÖRPERBERÜHRUNG AM BODEN (EINRÄUMEN ETC.)

MERKE: LIEBER ZEHNMAL ZUVIEL ALS EINMAL ZU WENIG INSPIZIEREN!

AVS

ZEITPUNKT DER SCHADENSERKENNUNG

FS - 791022

ABB. 1.2 -02

- DIE EINTEILUNG DER REPARATUREN IN 4 KLASSEN WIRD IN KAPITEL 1.2 ERLÄUTERT
- DIE DURCHFÜHRUNG VON REPARATUREN DER KLASSE 1 BLEIBT DEM HERSTELLER ODER LIZENSIERTEN BETRIEBEN VORBEHALTEN.
- HINWEISE ZUR SCHADENSERKENNUNG UND BEISPIELE ZUR SCHADENSKLASSIFIZIERUNG WERDEN IN KAPITEL 1.2 GEGEBEN.
- WEGEN DER GROSSEN BEDEUTUNG VON KERNVERBUNDEN BEI REPARATUREN DER KLASSE 2 UND 3 WURDEN AUFBAU UND VER-SAGENSARTEN DETAILLIERT VORGEFÜHRT.
- SCHÄFETUNGEN WERDEN IM VERHÄLTNIS 1/50 EMPFOHLEN, ÜBERLAPPUNGEN SIND IN ABHÄNGIGKEIT VON DER GEWEBEART AUS EINEM DIAGRAMM DER FA. SCHLEICHER ERSICHTLICH.

- DIE FVM-BAUWEISE HAT HEUTE IM SEGELFLUGZEUGBAU BEI GROSSER VERBREITUNG EIN SEHR HOHES NIVEAU ERREICHT.
- TYPISCHE STRUKTURKOMPONENTEN LASSEN SICH (WEITGEHEND UNABHÄNGIG VOM JEWEILIGEN HERSTELLER) EINER FVM - GE-RECHTEN GESTALTUNG (FASERORIENTIERUNG, FÜGUNGEN ETC.) ZUORDNEN.
- JEDES SEGELFLUGZEUG HAT EINEN ENTWICKLUNGSGANG HINTER SICH, IN DEM SEINE LUFTTÜCHTIGKEIT DETAILLIERT NACHGEWIESEN WURDE.
- DIESER NACHWEIS WURDE MIT BEZUG AUF BESTIMMTE BAU-UNTERLAGEN ERSTELLT, DIE IN EINKLANG MIT BESTEHENDEN VORSCHRIFTEN GENAU ART, MENGE UND VERARBEITUNG DER VERWENDETEN WERKSTOFFE AUSWEISEN.
- BEI REPARATUREN DARF DIE LUFTTÜCHTIGKEIT DES FLUGZEUGS NICHT IM MINDESTEN BEEINTRÄCHTIGT WERDEN.
- ES MÜSSEN DAHER VOM HERSTELLER VORGESEHENE WERKSTOFFE IN MIT DEN BAUUNTERLAGEN ÜBEREINSTIMMENDER WEISE VERARBEITET WERDEN.

ALS NICHT KRITISCH WERDEN ALLE REPARATUREN AN SEKUNDÄR-
STRUKTUREN 2. ART (VERKLEIDUNGEN) UND REPARATUREN DER
KLASSE 4 DEFINIERT.

ALS KRITISCH WERDEN REPARATUREN DER KLASSE 2 UND 3 AN
PRIMÄRSTRUKTUREN UND SEKUNDÄRSTRUKTUREN 1. ART (RUDER
UND KLAPPEN) DEFINIERT.

ALS SEHR KRITISCH WERDEN REPARATUREN DER SCHADENSKLASSE
1 DEFINIERT.

DIESE SIND DAHER DEM HERSTELLER ODER LIZENSIERTEN BE-
TRIEBEN VORBEHALTEN.

FÜLLSTOFFE

BEZEICHNUNG

HERSTELLER

MICROBALLONS BRAUN

LACKFABRIK BÄDER KG
SCHLIESSFACH 25
7300 ESSLINGEN

BAUMWOLLFLOCKEN
TYP FL 1F

SCHWARZWÄLDER TEXTILWERKE
POSTFACH 12
7623 SCHENKENZELL

STÜTZSTOFFE

BEZEICHNUNG

HERSTELLER

STYROPOR THERMOPETE
($\rho = 15 \text{ kg/m}^2$)

PORON-WERKE GMBH
BRUNNENSTR. 5
6122 ERBACH

PVC HARTSCHAUM
CONTICELL C60
($\rho = 60 \text{ kg/m}^2$)

CONTINENTAL AG
3000 HANNOVER

MEPKE: NUR VOM HERSTELLER ANGEGEBENE ODER DURCH NOR-
MUNG ALS GLEICHWERTIG AUSGEWIESENE WERKSTOFFE
VERWENDEN!

AVS

DEFINITION KRITISCHER REPARATURBEREICHE

FS - 791020
ABB.: 1.1-20

AVS

HÄUFIG VERWENDETE FÜLL- UND STÜTZSTOFFE

FS - 791019
ABB.: 1.1-19

OBERSICHT NACH LN 29936 BLATT 2

Werkstoff:		Lieferart (Reaktionsmittel)	Anwendung
Art	Leistungsblatt		
PMMA-Harzmasse	5.1400	mit Härter	GFK-Teile und Verklebungen von Acrylglas
UP-Harz	5.2000 ¹⁾	ohne Beschleuniger	normalbeanspruchte GFK-Teile
	5.2001		GFK-Teile mit erhöhter Festigkeit
SI-Harz	5.2400	ohne Vernetzer	GFK-Teile beständig bis 260 °C
EP-Harzmasse	5.3200	mit Härter und ggf. Beschleuniger	GFK-Teile und Prepreg
	5.3201 ¹⁾		GFK-Teile beständig bis 260 °C
	5.3202 ¹⁾		schwer brennbare GFK-Teile und Prepreg
PF-Harzmasse	5.3600	(kein Reaktionsharz)	GFK-Teile und Prepreg

¹⁾ Diese Harze bzw. Harzmassen werden mit verschiedener Viskosität geliefert; nähere Angaben siehe Werkstoff-Leistungsblatt

HERSTELLERBEZEICHNUNG:

SHELL EPIKOTE 162
MIT HÄRTER BASF LAROMIN C260

BAKELITE L20
MIT HÄRTER BAKELITE SL, SL50, H91

CIBA XB 2878A
MIT HÄRTER CIBA XB 2878B (WIRD NICHT MEHR DELIEFERT)

MERKE: MISCHVERHÄLTNIS DER HERSTELLER BEACHTEN!

AVS

HAUFIG VERWENDETE REAKTIONSHARZMASSEN

FS - 791018

ABB.: 1.1-18

AVS

HAUFIG VERWENDETE VERSTÄRKUNGSMATERIALIEN

FS - 791017

ABB.: 1.1-17

OBER: NACH LN 29936 BLATT 2

Textilglas- erzeugnisse ^{1) 2)}	Maßnorm Techn. Lieferbe- dingungen	geeignet für Fertigungsverfahren	Glasanteil im Formstoff in Gew. % max.	Anwendung
Glasselden- roving *	LN 65 060 (Entwurf)	Handverfahren Ziehverfahren Wickelverfahren	50 65 80	örtliche Verstärkungen Profile Radome, Behälter
Glasgewebe	LN 9169 LN 65 066	Handverfahren Drucksackverfahren Injektionsverfahren Preßverfahren	50 55 60 70	großflächige Teile

* HERSTELLERBEZEICHNUNG:

GEVETEX EC 10-80-2400 K43

Her- stel- lerbe- zeich- nung	Werkstoff- Leistungs- blatt 1)	Bindung	Dicke		Flächen- gewicht ± 5% g/m ²	Reißkraft für Rohgewebe (Mindestwerte)	
			nach DIN 53 855 (Richtwerte) mm	Im Prüf- laminat nach LN 65 071 mm		Kette N/cm	Schuß N/cm
92110	8.4548	Doppel- Körper $\frac{2}{2}$	0,18	0,14	160	340	340
92125	8.4551		0,35	0,25	276	590	570
92140	8.4554		0,45	0,35	390	840	730
Unidirektionale Gewebe							
92145	8.4520	Leinwand $\frac{1}{1}$	0,25	0,19	217	840	100
92146	8.4525		0,45	0,39	433	1540	180
1) Werkstoffzustand .3 - mit Finish 112 für SI-Harze, z.B. 8.4505.3 .6 - mit Volan-A-Finish oder Finish 1560 für PMMA-, UP- und EP-Harze, z.B. 8.4505.6							

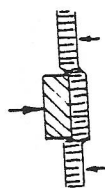
¹⁾ Werkstoffzustand .3 - mit Finish 112 für SI-Harze, z.B. 8.4505.3
.6 - mit Volan-A-Finish oder Finish 1 550 für PMMA-, UP- und EP-Harze,
z.B. 8.4505.6

HERSTELLER: INTERGLAS TEXTIL GMBH, SÖFLINGER STR. 246
7900 ULM

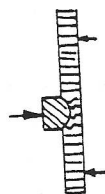
GLOBALES REULEN EINES SANDWICH-STREIFENS AUF DRUCK



LOKALES SCHUBVERSAGEN VON KERN UND DECKSCHICHT QUER ZUR EBENE



LOKALES DRUCKVERSAGEN DES KERNS QUER ZUR EBENE



DECKSCHICHTKNITTERN AUF DRUCK



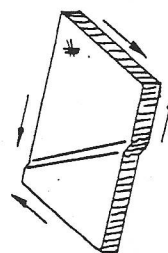
DECKSCHICHTKNITTERN AUF BIEGUNG



DECKSCHICHTARLÖSEN



SCHUBVERSAGEN VON DECKSCHICHT UND KERN IN DER EBENE



ZUGBRUCH IM KERN



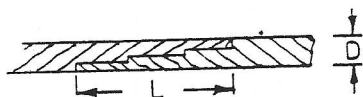
FS - 791015
ABB.: 1.1-15

VERSAGEN VON KERNVERBUNDEN

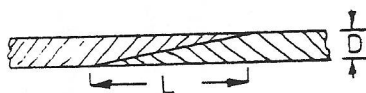
AVS

SCHAFTUNGEN
EMPFOHLEN: $D/L = 1/50$

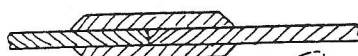
STUFENFÖRMIG:



KEILIG:



ÜBERLAPPUNGEN



1

2

3

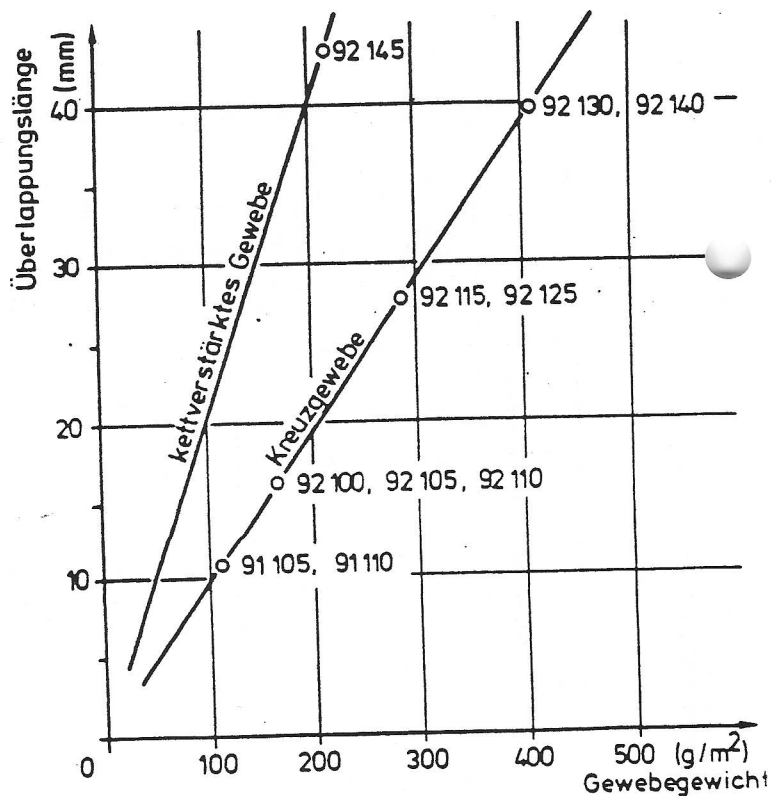
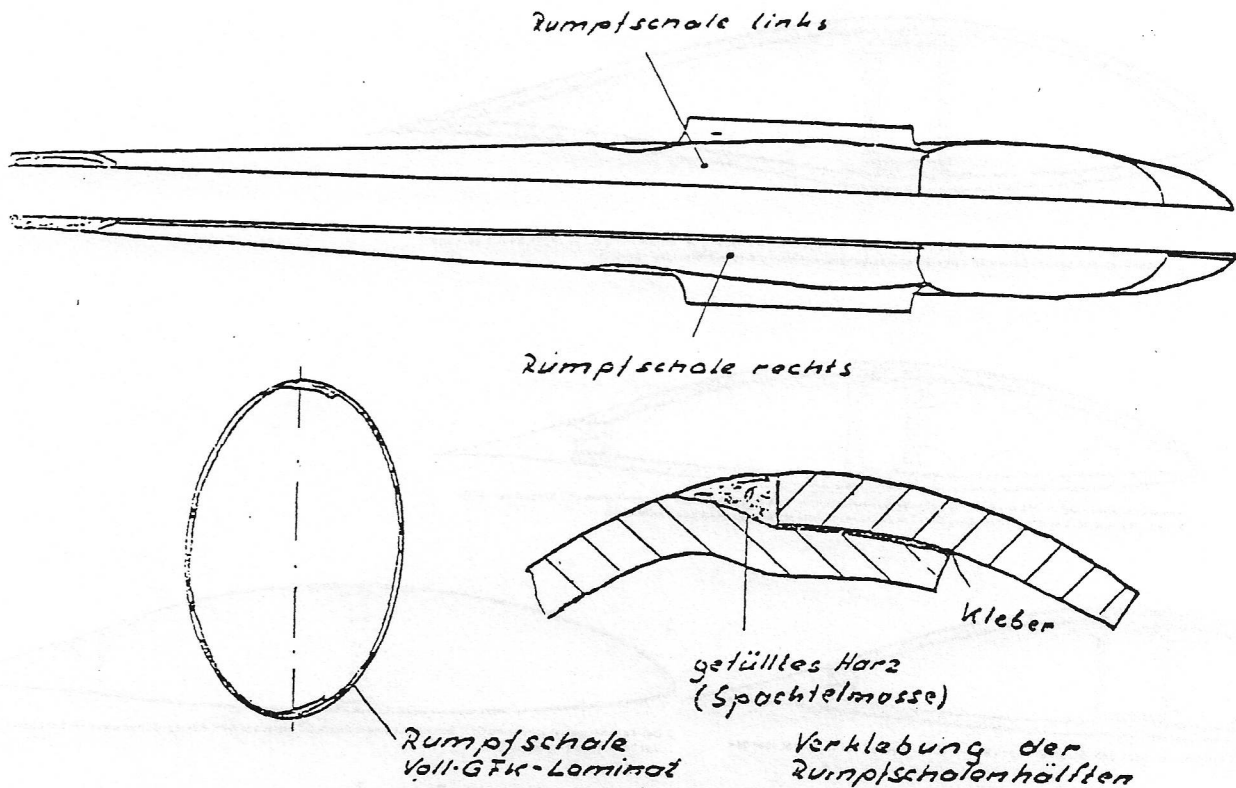


DIAGRAMM ÜBERLAPPUNGSLÄNGEN: QUELLE: REPARATURVORSCHRIFT, FA. SCHLEICHER, POPPENHAUSEN

AVS

SCHAFTUNGEN UND ÜBERLAPPUNGEN

FS - 791016
ABB.: 1.1-16



VS

TYPISCHE RUMPFQUERSCHNITTE

FS - 791013

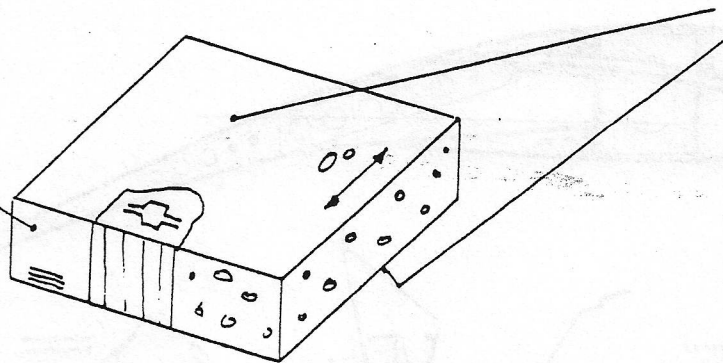
ABB.: 1.1-13

IN

BALSA
WABE (TUBUS ODER HONIGWABE)
SCHAUMSTOFF (CONTICELL,
ROCELL, STYROPOR)

ARE

STÜTZUNG DER
DECKSCHICHTEN
AUFNAHME VON
SCHUBKRÄFTEN
QUER ZUR
EBENE
SELTENER:
AUFNAHME VON
SCHUBKRÄFTEN IN
DER EBENE
AUFNAHME VON DRUCK-
KRÄFTEN QUER ZUR
EBENE



DECKSCHICHT:

- GFK
- CFK
- AFK

AUFGABE:

- AUFNAHME VON LÄNGSKRÄFTEN AUS: BIEGUNG, ZUG UND DRUCK IN DER EBENE
- AUFNAHME VON SCHUBKRÄFTEN IN DER EBENE
- SELTENER:
- AUFNAHME VON LOCHLEIBUNG

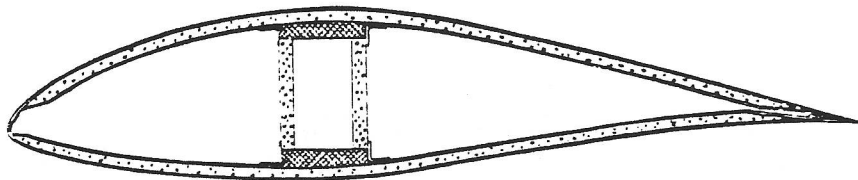
VS

AUFBAU VON KERNVERBUNDEN

FS - 791014

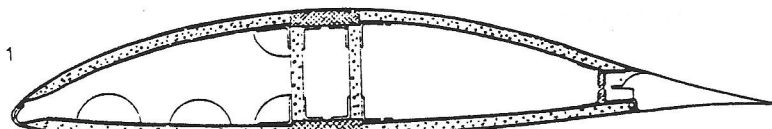
ABB.: 1.1-14

RRUS UND
ANDAPD
RRUS

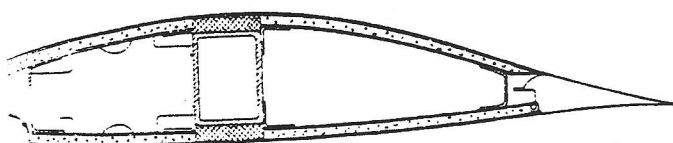


Der Flügelschnitt des «Cirrus» zeigt den Aufbau des Tragflügels. Er ist Ausgang der Entwicklung zur heutigen Bauweise, hatte aber noch den auf das Sandwich aufgelegten Kastenholm, der nicht die volle Profildicke ausnützt.

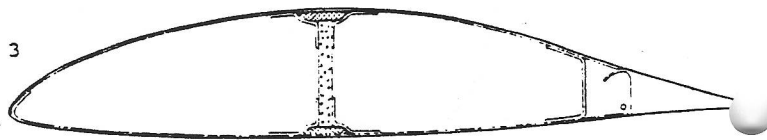
IMBUS 2



1 Innenflügel alter Ausführung mit der GFK-Schaum-Sandwichschale, dem Kastenholm mit Roving-Gurten und Stegen aus GFK-Schaum-Sandwich. Der Integraltank ging über 3 m des Innenflügels mit Schotrippen aus Conticell 60.



2 Ausführung des Innenflügels hat nur noch GFK-Stege. Die Nase bleibt frei von Wasser, der Tank geht über den Flügel.



3 Der Außenflügel ist eine reine GFK-Schale mit einem Doppel-T-Holm aus GFK-Roving-Gurten und dem Schaum-Sandwich-Bieg. Der hintere Steg ist aus GFK.

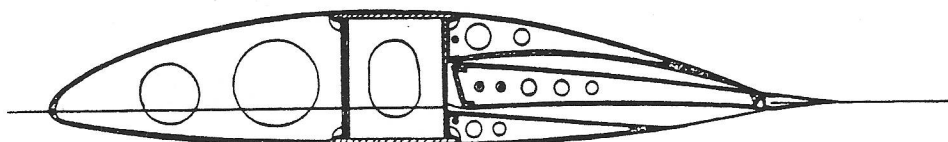
QUELLE: P.F. SELINGER, VOM WOLF ZUM MINI-NIMBUS, MOTORBUCH-VERLAG STGT 7

VS.

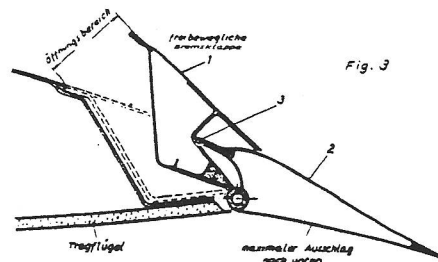
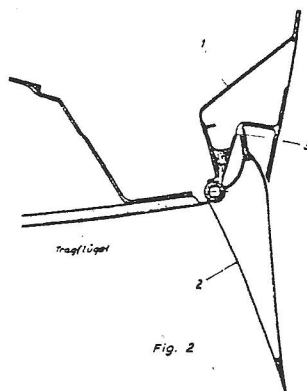
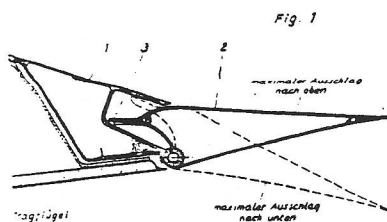
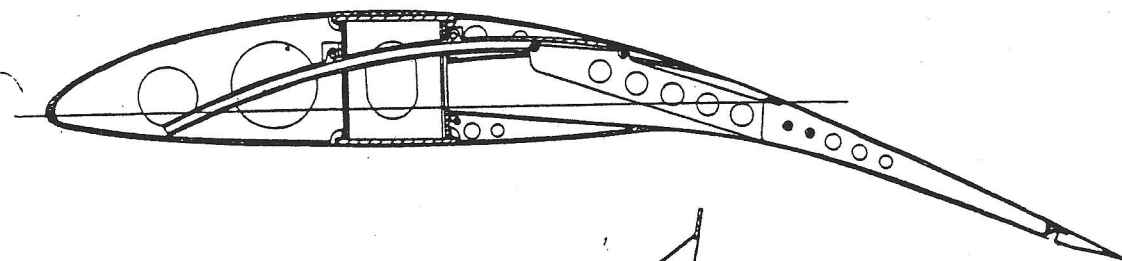
TYPISCHE FLOGELQUERSCHNITTE

FS - 791011

ABB.: 1.1-1:



MO 27



MOSQUITO

QUELLE: D. GEISTMANN, ENTWICKLUNG DER KUNSTSTOFFSEGELFLUGZEUGE, MOTORBUCHVERLAG STGT 7

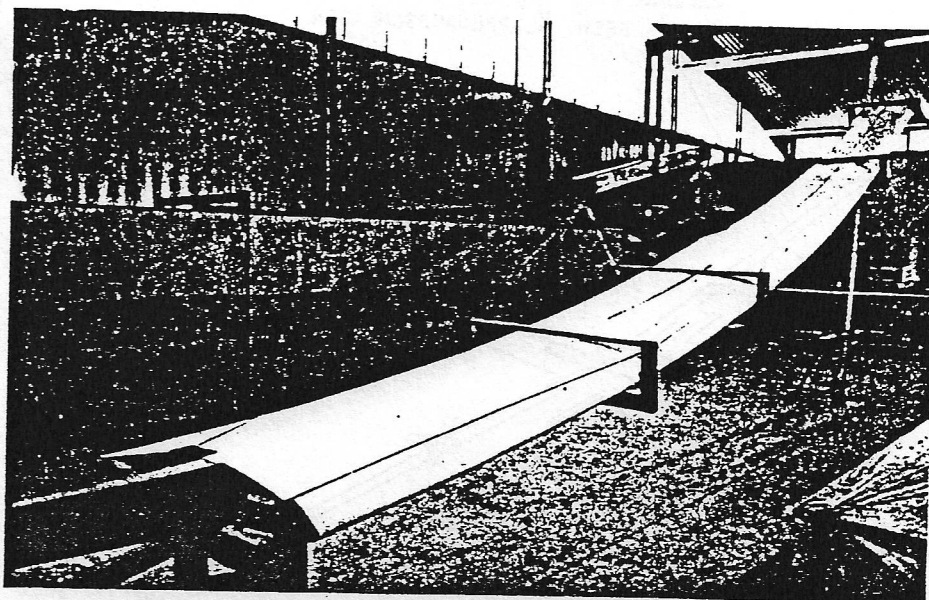
VS

SONDERFÄLLE VON FLOGELQUERSCHNITTEN

FS - 791012

ABB.: 1.1-12

FLÜGEL EIN-
GESpanNT AN
HOLMSTUMMEL
3E-
LÄGEN



LASTGESCHIRR
SIMULIERT AUF-
TRIEBSVERTEILUNG

QUELLE: D. GEISTMANN, ENTWICKLUNG DER KUNSTSTOFFSEGELFLUGZEUGE, MOTORBUCHVERLAG STGT 7

AVS

BRUCHVERSUCH

FS - 791009
ABB.: 1.1-09

FS - 791010
ABB.: 1.1-10

PRIMARSTRUKTUREN:

SIND STRUKTUREN, DIE VOR ALLEM VON DEN (GLOBALEN) HAUPT-
KRAFTFLÜSSEN DES FLUGZEUGS BETROFFEN SIND:

- TRAGFLÜGEL
- RUMPF
- LW - FLOSSEN
- FV

SEKUNDARSTRUKTUREN:

SIND VOR ALLEM VON LOKALEN KRAFTFLÜSSEN BETROFFEN

SEKUNDARSTRUKTUREN 1. ART (RUDER UND KLAPPEN)

- QR, HR, SR
- WK
- BK

SEKUNDARSTRUKTUREN 2. ART (VERKLEIDUNGEN)

- VERGLASUNG
- "BALDACHIN"
- FW - KLAPPEN
- SP - VERKLEIDUNG
- BS - KAPPE
- HANDLOCHDECKEL ETC.

AVS

EINTEILUNG PRIMAR- SEKUNDARSTRUKTUREN

K: biegung
 inbelastung
 anfangen
 1 aus flü-
 ent sowie
 2 WK-Aus-

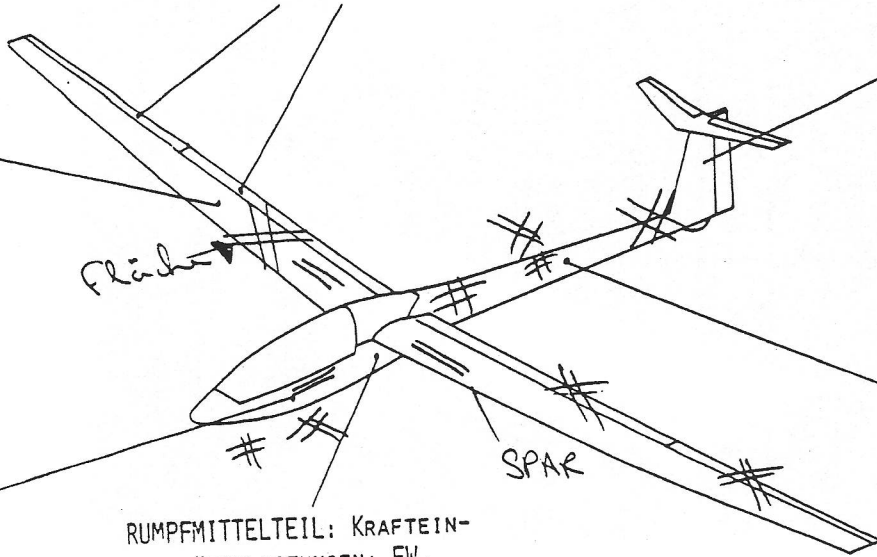
RUDER UND KLAPPEN: Torsion und
Biegung aus luftkräften bei
 RUDER- BEZW. KLAPPENAUSCHLÄGEN

LW: Biegung
 und Torsion
 aus luftfäl-
 len: Bö am LW
 und RUDERAUS-
 SCHLÄGE

ORDERTeil:
 ig und Druck
 andung
 e HINDER-

RUMPFMITTELTEIL: Kraftein-
 und -überleitungen: FW,
 TRAGWERK, RUMPF

LW-TRÄGER:
Biegung aus
 SPÖRNSTOSS U.
 LUFTFÄLLEN,
Torsion aus
 LUFTFÄLLEN



VS

HAUPTBAUGRUPPEN UND DEREN BEANSPRUCHUNG (BEISPIELE)

FS - 791007

ABB.: 1.1-07



SPÖRNSTOSS

FW-LANDESTOSS

TRAGWERK: BIEGEMO-
 MENTE INFOLGE ER-
 HÖHTER G-BELASTUNG
 IM ABFANGBOGEN UND
 AUFTRIEBSMINDERUNG
 DURCH BK

BUGSTOSS BEI LAN-
 DUNG GEGEN HINDERNIS

JELLE: D, GEISTMANN, ENTWICKLUNG DER KUNSTSTOFFSEGELFLUGZEUGE, MOTORBUCHVERLAG STGT 7

AVS

FLOGELDURCHBIEGUNG BEIM ABFANGEN

FS - 791008

ABB.: 1.1-08

OBERSICHT

1. VORWORT
2. ALLGEMEINE GRUNDSATZE
 - REPARIERTE STELLEN ERST NACH INSPEKTION LACKIEREN
 - REPARATURSTELLEN OVAL ODER RUND GESTALTEN
3. REPARATURMETHODEN
 - 3.1 4 REPARATURKLASSEN, KLASSE 1 HERSTELLER ODER LIZEN-
SIERTEM BETRIEB VORBEHALTEN
 - 3.2 REPARATURMATERIALIEN UND HILFSMITTEL
 - 3.3 REPARATURTECHNIK KLASSE 2 BIS 4
 - 3.4 KLEBEVERBINDUNGEN
 - 3.41 KLEBERFESTIGKEIT $\tau = 5 \text{ N/mm}^2$ BEI $T = 54^\circ\text{C}$
 - 3.42 SCHÄFTLÄNGE (MESSWERTE)
 - 3.43 ÜBERLAPPTE KLEBVERBINDUNGEN
(NOCH NICHT VERÖFFENTLICHT)

AVS

RICHTLINIEN REPARATUR GFK

FS - .791006

ABB.: 1.1-06

A. ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN AN DEN VERARBEITUNGSBETRIEB

- 1.1 LAGERRÄUME:
(FALLS NICHT ANDERS ANGEGEBEN) $15^\circ\text{C} \leq T \leq 20^\circ\text{C}$
R.F. $\leq 50\%$
- 1.2 WERKSTATTRÄUME
(MESSGERÄTE VORSEHEN) $T = 20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$
R.F. $\leq 50\%$
GUTE AUSLEUCHTUNG, KEINE STAUBENTWICKLUNG
- 2.1 HÄRTEÖFEN: REGELGENAUTIGKEIT $\pm 3^\circ\text{C}$
- 2.2 DOSIERVORRICHTUNG: GEWICHTSPROZENT $\pm 3\%$

5. SILIKONHALTIGE MITTEL VERMEIDEN

B. WERKSTOFFE

NUR ANERKANNTE WERKSTOFFE VERWENDEN

1. HARZ:
2. HÄRTER: SICHTPRÜFUNG VOR VERARBEITUNG
3. MODIFIZIERUNGSZUSÄTZE:
4. VERSTÄRKUNGSMATERIALIEN:
TECHNISCHE LIEFERBEDINGUNGEN: LN 65061 FÜR GLASSEIDENGARNE
LN 65066 FÜR GLASSEIDENGeweBE
LAGERUNG IN NORMKLIMA 20/65: $T = 20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$
R.F. $\leq 65\%$
DIREKTE SONNENEINSTRALHUNG VERMEIDEN, DRUCKLOS LAGERN

C. ARBEITSVORBEREITUNG

ES MUSS EINE FERTIGUNGSANWEISUNG VORLIEGEN, DIE ENTHÄLT:

- A) LAMINATLAGENPLAN
- B) ANGABEN ÜBER DIE ZU VERWENDENDEN HARZMENGEN UND
BEZEPTUREN
- C) EINZUHALTENDE VERARBEITUNGSBEDINGUNGEN
- D) ABLAUFPLAN FÜR EINZUSETZENDE HARZMENGEN

D. KONTROLLE

1. EINGANGSKONTROLLE
2. KONTROLLE VOR DER VERARBEITUNG
3. KONTROLLE WÄHREND DER VERARBEITUNG
4. KONTROLLE NACH DER VERARBEITUNG
- 4.1 AUSHÄRTBEDINGUNGEN (TEMPERSCHRIEB)
- 4.2 ENDKONTROLLE

MERKE: BEDINGUNGEN BEI REPARATUR SOLLTEN BEDINGUNGEN BEI
HERSTELLUNG ENTSPRECHEN!

AVS

RICHTLINIEN VERARBEITUNG GFK

FS - 791005

ABB.: 1.1-05

1939 BYS HEFT 1: VORSCHRIFTEN FÜR DIE FESTIGKEIT VON SEGELFLUGZEUGEN (NIEDRIGERE SICHERE LASTEN, $J = 2$)

1966 LES: LUFTTOCHTIGKEITSFORDERUNGEN FÜR SEGELFLUGZEUGE (HÖHERE SICHERE LASTEN, $J = 1,5$)

DIE BISHER GENANNTE VORSCHRIFTEN ENTHALTEN KEINE BESONDEREN VORSCHRIFTEN FÜR FVW, ES WERDEN BEI ANTRÄGEN AUF MUSTERPRÜFUNG ALS MITGELTENDE VORSCHRIFTEN ANGEZOGEN:

1965 RICHTLINIEN ZUR FÜHRUNG DES FESTIGKEITSNACHWEISES FÜR BAUTEILE AUS GLASFASERVERSTÄRKTE KUNSTSTOFFEN VON SEGELFLUGZEUGEN ($T_{MAX} = 54^{\circ}C$ BEI WEISSE OBERFLÄCHE)

1967 RICHTLINIEN FÜR DIE VERARBEITUNG VON GLASFASERVERSTÄRKTE KUNSTSTOFFEN IM FLUGZEUGBAU

1975 LESM: LUFTTOCHTIGKEITSFORDERUNGEN FÜR SEGELFLUGZEUGE UND MOTORSEGLER (HÖHERE SICHERE LASTEN, $J = 1,5$)

ANHANG F: RICHTLINIEN ZUR FÜHRUNG DES FESTIGKEITSNACHWEISES FÜR BAUTEILE AUS GLASFASERVERSTÄRKTE KUNSTSTOFFEN VON SEGELFLUGZEUGEN UND MOTORSEGLERN (NOCH NICHT VERÖFFENTLICHT)

JAR 22.

MERKE: FÜR EIN SEGELFLUGZEUG GELTEN DIE VOM LBA ZUM ZEITPUNKT DES ANTRAGES AUF MUSTERPRÜFUNG FESTGELEGTE VORSCHRIFTEN!

AVS

LUFTTOCHTIGKEITSFORDERUNGEN

FS - 791004

ABB.:1.1-04

ALLGEMEINE TENDENZEN, DIE FVW BEGÜNSTIGEN:

- ① FLUGZEUGE HOHER AERODYNAMISCHER GÜTE SIND IN GFK-BAUWEISE BILLIGER ALS IN GEMISCHTBAUWEISE HERZUSTELLEN
- ② DIE BEREITSCHAFT VON HALTERN, GRUNDOBERHOLUNGEN SELBST DURCHZUFÜHREN, SINKT STÄNDIG
- ③ NEUE WERKSTOFFE (CFK, AFK) ERLAUBEN GRÖßERE FLÄCHENBELASTUNGSVARIATIONEN BEI ANGENEHMEREN EIGENSCHAFTEN AM BODEN UND IN DER LUFT

MARKTANALYSE ERGIBT:

MERKMALE:

ERFÜLLT VON:

BEDARF AN ÜBUNGSMASCHINEN, EINSITZIG
TENDENZEN: ①, ②

B = 15m, BK, KEINE WK, WB, FW NICHT EINZIEHBAR, HARMLOSE FLUGEIGENSCHAFTEN

CLUB-LIBELLE
SALTO-15m
MISTRAL C
JEANS ASTIR
DG 100 - CLUB

NEUBEDARF DURCH NEUDEFINITION DER 15m-FAI-KLASSE
TENDENZEN: ①, ②
(③)

B = 15 m, BK, WK WB, FW EINZIEHBAR GUTE REISELEISTUNGEN

LS 3, LS 3A
MOSQUITO
MINI NIMBUS
ASH 20, DG 200
PIK 20 D
SPEED ASTIR

ERSATZBEDARF AN SCHULMASCHINEN, ZWEISITZIG
TENDENZEN: ①, ②

B = 15-18m, BK, FW NICHT EINZIEHBAR HARMLOSE FLUGEIGENSCHAFTEN

TWIN ASTIR TRAINER
SFH 34, ASK 21
PUCHACZ

AVS

BEISPIELE FÜR MARKTANALYSEN

FS - 791003
ABB.:1.1-03

LISTE FACHSPEZIFISCHER BÜCHER AUF DEM GEBIET
KUNSTSTOFFE (FASERVERBUNDBAUWEISEN/KLEBTECHNIK/K-KONSTRUKTION)

FASER	TITEL			
TORENGEMEINSCHAFT (GUNGSHANDBÜCHER)	<u>REIHE KUNSTSTOFFTECHNIK, HERAUSGEBER VDI-K (VDI-VERLAG GMBH)</u> KUNSTSTOFFE IM BOOTSBAU BELASTUNGSGRENZEN VON KUNSTSTOFF-BAUTEILEN KUNSTSTOFF-FORMENBAU - WERKSTOFFE UND VERARBEITUNGSVERFAHREN KUNSTSTOFFE IM PKW-BAU KOHLENSTOFF UND ARAMIDFASERVERSTÄRKTE KUNSTSTOFFE VERBUND VON HOLZWERKSTOFF UND KUNSTSTOFF IN DER MÖBELINDUSTRIE GFK IM FAHRZEUGBAU KUNSTSTOFFE FÜR AUßENTEILE IM AUTOMOBILBAU FORMTEILE UND PROFILE AUS GFK FÜR DEN INDUSTRIELLEN EINSATZ GRENZEN DER KUNSTSTOFFANWENDUNG IM PKW-BAU IN DEN 80ER JAHREN VERARBEITEN UND ANWENDEN KOHLENSTOFFFASERVERSTÄRKTE KUNSTSTOFFE KUNSTSTOFFE IM PKW- UND NUTZFahrzeugbau			
OF. DR. EHRENSTEIN	KONSTRUIEREN MIT GLASFASERVERSTÄRKTEN KUNSTSTOFFEN 1. AUFLAGE 1981; EXPERT VERLAG GMBH, 7031 GRAFENAU			
NGES/TARPROGGE HN YER/SCHAAB RENSTEIN FERKAMP LDEN GE U. A. 10. TAGG. HWARZ O. HMIDT K. ENDE/MOES/MARTENS RNIER/MBB/VFW HLICHTING AUE APROGGE VK 10. TAGG. VK 10. TAGG. CHREYER	<u>GFK-LITERATUR IN DER FACHHOCHSCHULBIBLIOTHEK</u> KUNSTSTOFF KONSTRUKTIONEN T 38; VDI 1974 EPOXID-HARZE, VEB-VERLAG LEIPZIG 1969 GLASFASERVERSTÄRKTE KUNSTSTOFFE; HAUSER VERLAG KONSTRUKTION VON GFK-TEILEN, UMSCHAU-VERLAG GLASFASERVERSTÄRKTE KUNSTSTOFFE T 17; VDI 1970 GLASFASERVERSTÄRKTE KUNSTSTOFFE; SPRINGER VERLAG 1967 FASERVERSTÄRKTE HOCHLEISTUNGSVERBUNDWERKSTOFFE; VOGEL VERLAG 1972 FASERVERSTÄRKTE KUNSTSTOFFE; 1972 GLASFASERVERSTÄRKTE KUNSTSTOFFE; VOGEL VERLAG 1975 TEXTILGLAS F. D. KUNSTSTOFFVERSTÄRKUNG; ZE. & HU. VERLAG 1975 GLASFASERVERSTÄRKTE PLASTE; VEB-VERLAG LEIPZIG 1969 FASERVERBUND-LEICHTBAU; 2 TEILE 1976 (IABG, OTTOBRUNN B. MCHN.) VERBUNDWERKSTOFFE; LEXIKA VERLAG 1978 GLASFASERVERSTÄRKTE POLYESTER U. A. DUROMERE, ZE. & HU. VERL. 1969 KUNSTSTOFF KONSTRUKTION T 21, VDI 1971 SCHWERPUNKT DISKUSSION ZUM THEMA GROßFLÄCHIGE GFK-TEILE; 1972 SCHWERPUNKT DISKUSSION ZUM THEMA HARZ- UND PRESSMATTEN; 1972 KONSTRUIEREN MIT KUNSTSTOFFEN; BAND I, HANSER VERLAG 1972 BAND II			
U. V.	GESTALTEN UND KONSTRUIEREN MIT GLASFASERVERSTÄRKTEM LEGUVAL BAYER AG, LEVERKUSEN 1976			

DIE ENTWICKLUNG DER KUNSTSTOFF-SEGELFLUGZEUGE,
DIETMAR GEISTMANN, MOTORBUCH VERLAG STUTTGART

SEGELFLUGZEUGE, VOM WOLF ZUM MINI-NIMBUS
PETER F. SELINGER, MOTORBUCH VERLAG STUTTGART

GLASFASERVERSTÄRKTE KUNSTSTOFFE: VERARBEITUNG
VON GLASFASERVERSTÄRKTEN KUNSTSTOFFEN,
DR. OTTO SCHWARZ, VOGEL-VERLAG WÜRZBURG

REPARATURDURCHFÜHRUNG

ERFÜLLT RAUMKLIMA DIE ERFORDERNISSE?

TEMPERATUR: SOLL: $20^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$

LUFTFEUCHTIGKEIT: SOLL: $\leq 50\% + 10\%$

IST: 23 °C

IST: 45 %

SCHÄFTWINKEL BZW. ÜBERLAPPUNGSLÄNGEN BEACHTEN

HARZANSÄTZE:

ANSÄTZE
NICHT UN-
TER 50 G;
GRÖßERE
ANSÄTZE
AUF MEH-
RERE GE-
FÄßE VER-
TEILEN

ca. 100g.

ANSATZ NR.	MENGE /G/	DATUM	UHRZEIT	UNTERSCHRIFT	REF. PROBE POSITIV?
1	750g.				
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

WEITERE ANSÄTZE AUF EINEM BEIBLATT ANFÜHREN

AUSHÄRTEZEIT EINGEHALTEN? SOLL: 24 H IST: 48 H

WEITERE BEARBEITUNG ERFOLGTE AM: 20.9. UM 17⁰⁰ UHR

SICHTKONTROLLE DURCHGEFÜHRT? ☒

ALLE REFERENZPROBEN POSITIV? ☒

TEMPERN: WURDE EIN TEMPERVORGANG DURCHGEFÜHRT? ☒ JA / ☐ NEIN

WENN JA : ES WURDE 48 H BEI 60 °C GETEMPert

TEMPERSCHRIEB NACH MÖGLICHKEIT ANHEFTEN

ANSCHLEIFEN, SPACHTELN, NACHSCHLEIFEN, LACKIEREN

ENDABNAHME:

ERNEUTE SICHTKONTROLLE; REPARATURPROTOKOLL AUSGEFÜLLT?

IST SCHWERPUNKTWÄGUNG, MASSENAUSGLEICH ERFORDERLICH? ☒ JA / ☐ NEIN

EINTRAGUNG IN BORDBUCH, EINTRAGUNG IN L-AKTE (INCL. SCHWERPUNKTWÄGUNG)

REPARATURABNAHME D. PRÜFER DATUM: 30.9.86, UNTERSCHRIFT: Prüfer

VS

REPARATURPROTOKOLL BLATT 3

FS - 801005

Abb.: 1.2-16.

REPARATURDISPOSITION

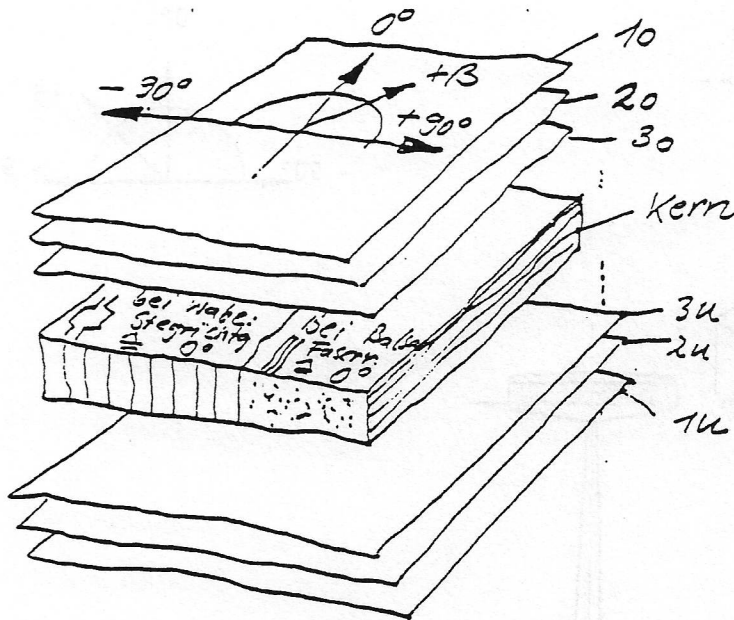
(NUR KLASSE 2,3,4 -KLASSE 1 BEIM HERSTELLER REPARIEREN LASSEN)

REPARATURANWEISUNG DES HERSTELLERS MUSS VORLIEGEN!

BAUUNTERLAGEN (ZEICHNUNGEN, LAMINIERPLÄNE) LIEGEN VOR: JA / NEIN

SCHRIFTLICHE AUSKUNFT DES HERSTELLERS LIEGT VOR: JA / NEIN

AUFBAU DER SCHADENSSTELLE



LAGE	TYP	^B = KETT- RICHTUNG
10	92140	+45°
20	92140	-45°
30	92140	0°
40	92140	0°
KERN		
50	4U 92140	-45°
60	3U 92140	+45°
	2U	
	1U	

WEITERE LAGEN AUF EINEM BEI-
BLATT ANFÜHREN

GEWEBE, STÜTZ- UND FÜLLSTOFFE BEREITGESTELLT?

HARZ, TYP: LY 560 VERFALL: 31. 12. 86

HÄRTER, TYP: KY 560 VERFALL: - n -

MISCHUNGSVERHÄLTNIS: 100 GT HARZ : 25 GT HÄRTER
BEREITGESTELLT?

FERTIGUNGSHILFSMITTEL BEREITGESTELLT?

WERKZEUGE BEREITGESTELLT?

VORRICHTUNG FÜR HARZPROBEN BEREITGESTELLT?

HYGIENEVORSCHRIFTEN BEKANNT?

UNFALLVERHÜTUNGSVORSCHRIFTEN LIEGEN AUF?

DATUM: 16.9. UNTERSCHRIFT: Werkstattleiter

REPARATUR AM SEGELFLUGZEUG / MOTORSEGLER

EINTRAGUNG: D 8188 TYP: Aub Astir.

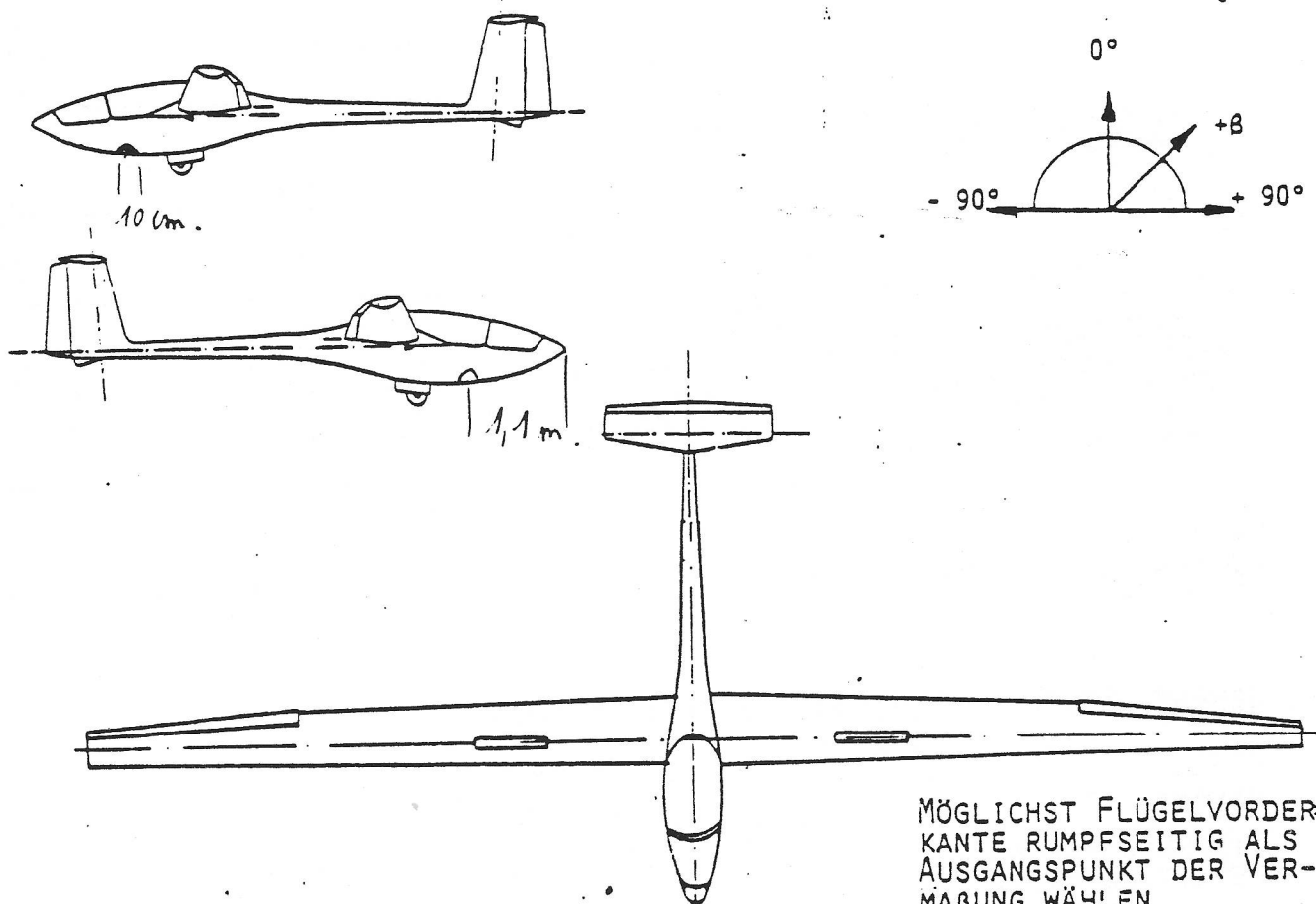
SCHADENSKLASSIFIZIERUNG

ORT DES SCHADENS

EINZEICHNEN UND VERMAßEN

FASERORIENTIERUNG:

0° - Flugrichtung
am Schadensort eintragen



MÖGLICHT FLÜGELVORDER-
KANTE RUMPFSEITIG ALS
AUSGANGSPUNKT DER VER-
MÄßUNG WÄHLEN

BESCHREIBUNG DES SCHADENS: Durchbruch der Rumpfschale, ϕ 10 cm.

SCHADENSKLASSEN:

KLASSE 1*

KLASSE 2⁺

KLASSE 3³⁾

KLASSE 4⁴⁾

HAUPTKRAFT-
FLÜSSE UNTER-
BROCHEN

DURCHGEHENDE
SCHÄDEN

EINSEITIGE
SCHÄDEN

EROSION, SCHRAMMEN
ETC. (OHNE BRUCH)

* SCHÄDEN AN
PRIMÄRBAUTEILEN
ÜBER 20 CM ϕ

3) + SCHÄDEN AN
PRIMÄRBAUTEILEN
UNTER 20 CM ϕ

4) KEINE GRÖßENBEGRENZUNG FÜR
PRIMÄR- UND SEKUNDÄRBAUTEILE

* UND SEKUNDÄRSTRUKTUREN 1. ART (RUDER & KLAPPEN)

SCHADEN IST: KLASSE 2

DATUM: 16. 9. 85. UNTERSCHRIFT: Prüfer