

Luft- und Raumfahrt
Gewebe-Prepreg
aus Kohlenstoffasern und nichtreaktivem Thermoplast
Technische Lieferbedingungen

DIN
65 629

Aerospace; fabric sheet and tape prepreg
from carbon fibres and non-reactive thermoplastics;
technical specification

Aéronautique et espace; nappe tissu pré-imprégnée
de fibres de carbone et thermoplastiques non réactifs;
spécification technique

Diese Norm ist anerkannt durch das Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung und das Luftfahrt-Bundesamt.

Inhalt

		Seite		Seite
1	Anwendungsbereich	1	5.1.1.1 Effektive Dicke e einer Prepreglage ..	8
2	Begriffe	1	5.1.2 Prüfungen an Laminatprobekörpern	9
2.1	Prepregs	1	5.1.2.1 Faseranteil	9
2.2	Nichtreaktiver Thermoplast	1	5.1.2.2 Längenausdehnungskoeffizient für - 55 °C bis max. Einsatztemperatur ...	9
2.3	Fertigungslos	2	5.2 Abnahmeprüfung	9
2.4	Qualitätsprüfung	2	5.2.1 Probenahme	9
2.4.1	Qualifikationsprüfung	2	5.2.2 Prüfungen	9
2.4.2	Abnahmeprüfung	2	5.2.3 Statistische Auswertung der Prüf- ergebnisse	9
3	Formelzeichen und Einheiten	2	5.2.4 Abnahmeprüfzeugnis	9
4	Anforderungen	3	6 Lieferart	10
4.1	Werkstoffe	3	6.1 Aufmachung und Verpackung	10
4.2	Maße, Massen	4	6.1.1 Aufmachung	10
4.3	Fehler	4	6.1.2 Verpackung	10
4.3.1	Allgemeines	4	6.2 Kennzeichnung	10
4.3.2	Fehlerbeschreibung	4	6.2.1 Kennzeichnung der Rollen	10
4.3.2.1	Verunreinigungen	4	6.2.2 Kennzeichnung der äußeren Verpackung ..	10
4.3.2.2	Matrixverteilung	4		
4.3.2.3	Prepregränder	4	7 Lagerung	10
4.3.2.4	Faserorientierung	4	Anhang A, Abnahmeprüfzeugnis B (Muster)	11
4.3.2.5	Falten und Schnitte	4	Anhang B, Fehlerprotokoll (Muster)	13
5	Qualitätsprüfung	4	Zitierte Normen und andere Unterlagen	14
5.1	Qualifikationsprüfung	4		
5.1.1	Prüfungen im Anlieferungszustand	5		

1 Anwendungsbereich

Diese Norm ist anzuwenden für Gewebe-Prepreg aus Kohlenstoffasern und nichtreaktivem Thermoplast, im folgenden Prepreg genannt.

2 Begriffe

2.1 Prepregs

Prepregs im Sinne dieser Norm sind imprägnierte Kohlenstoffasergewebe, die im Anlieferungszustand einen bestimmten Anteil nichtreaktiver Thermoplastmasse enthalten.

Weitere Begriffe nach DIN 16 913 Teil 1.

2.2 Nichtreaktiver Thermoplast

Nichtreaktive Thermoplastmasse, bei der die chemische Reaktion zur Bildung des Thermoplastes bereits stattgefunden hat.

Fortsetzung Seite 2 bis 15

Normenstelle Luftfahrt (NL) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

2.3 Fertigungslos

Ein Fertigungslos von imprägniertem Material besteht aus Rollen oder Tafeln, die in einem Fertigungsgang nach einem bestimmten Fertigungsverfahren aus einem Matrixansatz gleicher Rohstoff-Fertigungslose und einem Faserprodukt hergestellt wurden.

Ein Prepreg-Fertigungslos darf nur ein Gewebelos enthalten.

Bei Schmelzimpregnierung mittels Folien ist die Verwendung von je einem unterschiedlichen Matrixansatz je Prepregseite und Prepreg-Fertigungslos zulässig.

Das Qualifikations- und das Fertigungsmaterial müssen auf derselben Anlage gefertigt sein.

Die Anzahl der Fertigungslose je Bestellung ist zwischen Besteller und Hersteller festzulegen.

2.4 Qualitätsprüfung

Begriffe der Qualitätsprüfung nach DIN 55 350 Teil 17.

Weitere Informationen siehe Erläuterungen.

2.4.1 Qualifikationsprüfung

Eine Prüfung oder eine Serie von Prüfungen zum Nachweis, daß das Qualifikationsmuster eines Erzeugnisses die in der Norm festgelegten Anforderungen erfüllt.

2.4.2 Abnahmeprüfung

Prüfung zum Nachweis, daß die Qualitätsmerkmale eines Erzeugnisses mit den Qualitätsmerkmalen eines qualifizierten Typs übereinstimmen.

3 Formelzeichen und Einheiten

e	Effektive Dicke einer Prepreglage	mm
E_{d0°	Elastizitätsmodul aus dem Druckversuch in Kettrichtung	kN/mm ²
E_{d90°	Elastizitätsmodul aus dem Druckversuch in Schußrichtung	kN/mm ²
E_{z0°	Elastizitätsmodul aus dem Zugversuch in Kettrichtung	kN/mm ²
E_{z90°	Elastizitätsmodul aus dem Zugversuch in Schußrichtung	kN/mm ²
$E(t)$	Kriechmodul	kN/mm ²
$G_{z0^\circ/90^\circ}$	Schubmodul aus Zugversuch von $\pm 45^\circ$ Laminaten	kN/mm ²
G_{1C}	Interlaminare Mode-I-Energiefreisetzungsrate (Rißzähigkeit, Mode I)	J/m ²
G_{2C}	Interlaminare Mode-II-Energiefreisetzungsrate (Rißzähigkeit, Mode II)	J/m ²
m_F	Flächenbezogene Fasermasse	g/m ²
m_P	Flächenbezogene Masse des Prepregs	g/m ²
T_{GA}	Glasübergangspunkt am Laminat nach der 2 %-Methode	°C
T_{GP}	Glasübergangspunkt des Prepregs	°C
T_S	Schmelztemperatur bei teilkristallinen Polymeren	°C
T_W	Glasübergangspunkt am Laminat nach der Tangenten-Methode	°C
x_i	Ist-Einzelmeßwert	-
x_1 bis x_6	Einzelmeßwerte	-
$x_{\min \text{ soll}}$	Mindest-Einzelmeßwert	-
$x_{\max \text{ soll}}$	Höchst-Einzelmeßwert	-
$\bar{x}_{ist}$	Ermittelter arithmetischer Mittelwert	-
$\bar{x}_{soll}$	Sollmittelwert	-

α_0°	Längenausdehnungskoeffizient in Kettrichtung	$\frac{1}{K}$ — 10^{-6}
α_{90°	Längenausdehnungskoeffizient in Schußrichtung	$\frac{1}{K}$ — 10^{-6}
ΔH	Schmelzenthalpie bei teilkristallinen Polymeren	J/g
ϵ_{dB0°	Stauchung beim Bruch des ungeschädigten Probekörpers in Kettrichtung	%
ϵ_{dB90°	Stauchung beim Bruch des ungeschädigten Probekörpers in Schußrichtung	%
ϵ_{zB0°	Bruchdehnung des ungeschädigten Probekörpers in Kettrichtung	%
ϵ_{zB90°	Bruchdehnung des ungeschädigten Probekörpers in Schußrichtung	%
η	Viskosität der Matrix	Pa · s
$\nu_{0^\circ/90^\circ}$	Querkontraktion aus Zugversuch	N/mm ²
ρ_F	Dichte der Fasern	g/cm ³
ρ_M	Dichte der Matrix	g/cm ³
σ_{zB0°	Zugfestigkeit beim Bruch des ungeschädigten Probekörpers in Kettrichtung	N/mm ²
σ_{zB90°	Zugfestigkeit beim Bruch des ungeschädigten Probekörpers in Schußrichtung	N/mm ²
σ_{dB0°	Druckfestigkeit beim Bruch des ungeschädigten Probekörpers in Kettrichtung	N/mm ²
σ_{dB90°	Druckfestigkeit beim Bruch des ungeschädigten Probekörpers in Schußrichtung	N/mm ²
σ_{dBR}	Restdruckfestigkeit beim Bruch des geschädigten Probekörpers nach Schlagbeanspruchung	N/mm ²
σ_{KdB}	Druckfestigkeit, gekerbt beim Bruch des ungeschädigten Probekörpers	N/mm ²
σ_{KzB}	Zugfestigkeit, gekerbt beim Bruch des ungeschädigten Probekörpers	N/mm ²
σ_{zB}	Zugfestigkeit, ungekerbt beim Bruch des ungeschädigten Probekörpers	N/mm ²
σ_{Lm}	Maximale Lochleibungsfestigkeit	N/mm ²
σ_{LV}	Lochleibungsfestigkeit bei Beginn der Lochaufweitung	N/mm ²
σ_{L2}	Lochleibungsfestigkeit bei 2 % Lochaufweitung	N/mm ²
$\sigma(t)$	Zeitstandsfestigkeit	N/mm ²
τ_{bB0°	Interlaminare Scherfestigkeit in Kettrichtung	N/mm ²
τ_{bB90°	Interlaminare Scherfestigkeit in Schußrichtung	N/mm ²
$\tau_{zB0^\circ/90^\circ}$	Schubfestigkeit aus Zugversuch von $\pm 45^\circ$ Laminaten beim Bruch des ungeschädigten Probekörpers	N/mm ²
ψ_{FE}	Feuchtemasseanteil im Prepreg	%
ψ_{FEL}	Feuchtemasseanteil im Laminat	%
ψ_{F1}	Flüchtige Masseanteile im Prepreg	%
ψ_{MF}	Matrixflußmasseanteil im Prepreg	%
ψ_{MP}	Matrixmasseanteil im Prepreg	%

4 Anforderungen

4.1 Werkstoffe

Nach Werkstoff-Handbuch der Deutschen Luftfahrt, Teil II

Die Werkstoffe müssen sich zwischen 18 und 30 °C und 30 bis 75 % relativer Luftfeuchte ohne zusätzliche Maßnahmen verarbeiten lassen.

4.2 Maße, Massen

Eine Halbzeugnorm ist z. Z. in Vorbereitung.

4.3 Fehler

4.3.1 Allgemeines

- a) Der Abstand zwischen zwei Fehlern in Kettrichtung muß mindestens 5 m betragen.
- b) Die Summe aller Fehlerlängen einer Rolle darf 10 % der Gesamtlänge der Rolle nicht überschreiten.
- c) Jeder Fehler ist durch eine Fahne an der Stirnseite der Rolle zu kennzeichnen. Andere Verfahren der Fehlerkennzeichnung sind zwischen Hersteller und Besteller zu vereinbaren.
- d) Im Abnahmeprüfzeugnis sind die Fehlerstellen wie folgt zu beschreiben:
Angaben zu Fehlerart, Lage, laufender Meter und Größe sind in einem Fehlerprotokoll (Muster siehe Anhang B) festzuhalten. Das Fehlerprotokoll ist jeder Rolle beizufügen.

Fehlerbereiche sind nicht Bestandteil der Liefermenge.

4.3.2 Fehlerbeschreibung

4.3.2.1 Verunreinigungen

Die Prepregs müssen frei von Fremdkörpern sein.

4.3.2.2 Matrixverteilung

Der Thermoplastanteil im Prepreg muß an jeder beliebigen Stelle dem Wert des zugehörigen Werkstoff-Leistungsblattes entsprechen.

4.3.2.3 Prepregränder

Die Prepregränder müssen gerade und parallel zur Kettrichtung verlaufen. Bei unbeschnittenen Bändern darf die Breite der Webkante 30 mm nicht überschreiten, und es darf kein Matrixrand vorhanden sein. Die Geradheitstoleranz der Schnittkante ist in einer Norm festzulegen, die sich z. Z. in Vorbereitung befindet.

4.3.2.4 Faserorientierung

Die Kettfäden müssen ausgerichtet und parallel zu den Prepregrändern verlaufen, die Schußfäden senkrecht dazu. Die Grenzabweichung der Schußfäden ist den zugehörigen Werkstoff-Leistungsblättern zu entnehmen.

4.3.2.5 Falten und Schnitte

Falten und Schnitte sind nicht zulässig.

5 Qualitätsprüfung

5.1 Qualifikationsprüfung

Für die Qualifikation sind die Festlegungen nach den Abschnitten 4, 6 und 7 zu erfüllen. Die im zugehörigen Werkstoff-Leistungsblatt geforderten Eigenschaftswerte für Prepregs sind nach Abschnitt 5 vom Hersteller zu prüfen. Sie müssen erfüllt und dokumentiert werden. Werkstoffe für zulassungspflichtige Bauteile sind bis auf bestimmte Eigenschaften an mindestens drei Fertigungslosen, für sonstige Bauteile an mindestens einem Fertigungslos zu prüfen. Der Prüfumfang ist aus Tabelle 1 (Anlieferungszustand) bzw. Tabelle 2 (Laminatprobekörper) zu entnehmen.

Die statistische Auswertung der Festigkeiten und Moduln ist nach DIN V 65 352 vorzunehmen.

Bei Änderung des Werkstoffes (wie z. B. Wechsel des Faserproduktes, der Oberflächenbehandlung der Faser oder der Matrix) sowie des Herstellverfahrens oder des Herstellerortes ist eine erneute Qualifikationsprüfung erforderlich, deren Umfang mit dem Besteller zu vereinbaren ist.

Sofern ein Hersteller wegen fehlender Einrichtungen die geforderten Prüfungen nicht selbst durchführen kann, ist mit diesen Prüfungen eine vom Besteller anerkannte Materialprüfanstalt zu beauftragen.

Bis zur Erteilung der endgültigen Qualifikation sind die Probekörper und die Meßprotokolle aufzubewahren.

5.1.1 Prüfungen im Anlieferungszustand

Nach Tabelle 1.

Tabelle 1: Prüfungen im Anlieferungszustand

1	2	3	4	5	6	7
Lfd. Nr	Eigenschaften	Formelzeichen	Einheiten	Prüfverfahren nach	Probekörperanzahl für	
					Qualifikationsprüfung je Fertigungslos	Abnahmeprüfung nach Abschnitt 5.2
1	Flächenbezogene Masse des Prepregs	m_p	g/m^2	DIN EN 2557	3	3
2	Flächenbezogene Faser-masse	m_F	g/m^2	DIN EN 2559 ¹⁾	3	3
3	Effektive Dicke einer Prepreglage	e	mm	Abschnitt 5.1.1.1	3	-
4	Dichte der Matrix	ρ_M	g/cm^3	DIN 53 479	3	-
5	Dichte der Fasern	ρ_F	g/cm^3	DIN 65 569 ³⁾ Teil 1	3	-
6	Flüchtige Masseanteile im Prepreg	ψ_{F1}	%	DIN EN 2558 ⁴⁾	3	3
7	Matrixmasseanteil im Prepreg	ψ_{MP}	%	DIN EN 2559 ¹⁾	3	3
8	Matrixflußmasseanteil im Prepreg ⁶⁾	ψ_{MF}	%	DIN EN 2560	3	3
9	Feuchtemasseanteil im Prepreg	ψ_{FE}	%	z. Z. in Vorbereitung	3	-
10	Viskosität der Matrix ²⁾	η	$\text{Pa} \cdot \text{s}$	z. Z. in Vorbereitung	3	-
11	Schmelzenthalpie (DSC) ⁵⁾	ΔH	J/g	z. Z. in Vorbereitung	3	3
12	Glasübergangspunkt des Prepregs	T_{GP}	$^{\circ}\text{C}$	DIN 65 467 Verfahren A	3	3
13	Matrixzusammensetzung (mit IR-Spektroskopie)	-	%	z. Z. in Vorbereitung	3	-
14	Thermische Stabilität (TGA)	-	-	z. Z. in Vorbereitung	3	-
15	Schmelztemperatur ⁵⁾	T_S	$^{\circ}\text{C}$	z. Z. in Vorbereitung	3	3

¹⁾ Geeignetes Lösemittel ist vom Prepreg-Hersteller anzugeben.²⁾ Die Viskosität ist nach WL-Blatt im Verarbeitungstemperaturbereich zu ermitteln.³⁾ Vor dem Imprägnieren oder nach vorherigem Auswaschen nach DIN EN 2559⁴⁾ Die Prüftemperatur ist systemabhängig festzulegen.⁵⁾ Nur bei teilkristallinen Thermoplasten⁶⁾ Die Prüfbedingungen sind mit dem Hersteller zu vereinbaren.