

Luft- und Raumfahrt
**Filamentgewebe - Prepregs aus Textilglas
 und EP-Reaktionsharz
 für strukturelle Anwendung**
 Technische Lieferbedingungen

DIN
65383

ICS 49.025.60

Deskriptoren: Luftfahrt, Filamentgewebe, Textilglas, EP-Harz, Prepreg

Aerospace – Thermosetting epoxy woven glass
 filament fabric preimpregnates for structural applications –
 Technical specification

Aéronautique et espace – Tissus de silionne pré-imprégnés de
 résine époxyde thermodurcissable pour applications structurales –
 Spécification technique

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	2	6.1.2.3 Masseanteil an flüchtigen Teilen Ψ_{Fl} im Prepreg	16
1 Anwendungsbereich	2	6.1.2.4 Harzflußmasseanteil Ψ_{HF} im Prepreg ..	16
2 Normative Verweisungen	2	6.1.3 Prüfungen an gehärteten Laminat- probekörpern	16
3 Begriffe	5	6.1.3.1 Allgemeines	16
3.1 Textilglas	5	6.1.3.2 Längenausdehnungskoeffizient für -55 °C bis max. Einsatztemperatur ...	17
3.2 Prepreg	5	6.1.4 Prüfungen an Kernverbundprobe- körpern	17
3.3 Fertigungslos (von Filamentgewebe- Prepregs)	5	6.2 Abnahmeprüfung	17
3.4 Qualitätsprüfung	5	6.2.1 Probenahme	17
3.4.1 Qualifikationsprüfung	5	6.2.2 Prüfungen	17
3.4.2 Abnahmeprüfung	5	6.2.3 Statistische Auswertung der Prüfer- gebnisse	17
4 Formelzeichen und Einheiten	5	6.2.4 Abnahmeprüfzeugnis	18
5 Anforderungen	7	7 Lieferart	18
5.1 Werkstoffe	7	7.1 Aufmachung und Verpackung	18
5.1.1 Allgemeines	7	7.1.1 Schutz- und Trägerfolien	18
5.1.2 Reaktionsharz	7	7.1.2 Aufmachung	18
5.1.3 Filamentgewebe	8	7.1.3 Verpackung	18
5.1.4 Verbundwerkstoff	8	7.2 Kennzeichnung	18
5.1.5 Fertigungslos	8	7.2.1 Allgemeines	18
5.1.6 Verarbeitungsbedingungen	8	7.2.2 Kennzeichnung der Schutzfolien	19
5.2 Maße, Massen	8	7.2.3 Kennzeichnung der Rollen	19
5.3 Fehler	9	7.2.4 Kennzeichnung der äußeren Verpackung	19
5.3.1 Allgemeines	9	7.3 Sicherheitstechnische Angaben	19
5.3.2 Fehlerbeschreibung	9	8 Lagerung	19
5.3.2.1 Verunreinigungen	9	Anhang A (normativ) Abnahmeprüfzeugnis 3.1.B (Muster) für Gewebe-Prepregs aus Glasfilamentgarn und Epoxidharz	20
5.3.2.2 Harzverteilung	9	Anhang B (normativ) Fehlerprotokoll (Muster) ..	23
5.3.2.3 Prepregträger	9	Anhang C (informativ) Literaturhinweise	24
5.3.2.4 Faserorientierung	9	Anhang D (informativ) Erläuterungen	24
5.3.2.5 Falten, Schnitte und Risse	9		
5.3.2.6 Wellen	10		
6 Qualitätsprüfung	10		
6.1 Qualifikationsprüfung	10		
6.1.1 Allgemeines	10		
6.1.2 Prüfungen im Anlieferungszustand ...	10		
6.1.2.1 Allgemeines	10		
6.1.2.2 Effektive Dicke e einer Prepreglage ...	16		

Fortsetzung Seite 2 bis 24

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

139 46.1

Vorwort

Diese Norm wurde von der Normenstelle Luftfahrt, Unterausschuß UA 2.2.5.2/405 "Prepregs", erarbeitet.

Sie enthält Angaben zu Filamentgewebe-Prepreg aus Textilglas und EP-Harz nach LN 29549.

Die Anhänge A und B sind normativ, die Anhänge C und D informativ.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm ist anzuwenden für Filamentgewebe-Prepregs aus Textilglas und EP-Harz nach LN 29549, im folgenden Prepregs genannt.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

DIN 1259-1

Glas – Begriffe für Glasarten und Glasgruppen

DIN 16913-1

Kunststoff-Formmassen – Verstärkte Reaktionsharz-Formmassen – Begriffe, Einteilung, Kurzzeichen

DIN 16945

Reaktionsharze, Reaktionsmittel und Reaktionsharzmassen – Prüfverfahren

DIN 50014

Klimate und ihre technische Anwendung – Normalklimate

DIN 53479

Prüfung von Kunststoffen und Elastomeren – Bestimmung der Dichte

DIN 53752

Prüfung von Kunststoffen – Bestimmung des thermischen Längenausdehnungskoeffizienten

DIN 55350-17

Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik – Begriffe der Qualitätsprüfungsarten

DIN 61850

Textilglas und Verarbeitungshilfsmittel – Begriffe

DIN 65071-2

Luft- und Raumfahrt – Faserverstärkte Formstoffe – Herstellung von Prüfplatten aus flächenförmigen Verstärkungstoffen

DIN 65071-3

Luft- und Raumfahrt – Faserverstärkte Formstoffe – Herstellen von Kernverbund-Prüfplatten aus Waben und Prepregs

DIN 65142

Luft- und Raumfahrt – Vorimprägnierte Fasergelege (Prepreg) – Bestimmung der Klebkraft

E DIN 65380

Luft- und Raumfahrt – Faserverstärkte Kunststoffe – Prüfung von unidirektionalen Laminaten und Gewebe-Laminaten – Druckversuch

- DIN 65466
Luft- und Raumfahrt – Faserverstärkte Kunststoffe – Prüfung von unidirektionalen Laminaten, Bestimmung der Schubfestigkeit und des Schubmoduls im Zugversuch
- E DIN 65467
Luft- und Raumfahrt – Prüfung von organischen Polymerwerkstoffen mit und ohne Verstärkung – DSC-Verfahren
- DIN 65469
Luft- und Raumfahrt – Faserverstärkte Kunststoffe – Zugversuch an einlagigen Zugflächprobekörpern
- DIN 65474
Luft- und Raumfahrt – Faserverstärkte Kunststoffe – Verfahren zur Durchführung von Thermal-Spike-Versuchen
- DIN 65559
Luft- und Raumfahrt – Faserverstärkte Kunststoffe – Prüfung von multidirektionalen Laminaten, Bestimmung der Kerbzugfestigkeit
- DIN 65560
Luft- und Raumfahrt – Faserverstärkte Kunststoffe – Prüfung von multidirektionalen Laminaten, Bestimmung der Kerbdruckfestigkeit
- DIN 65561
Luft- und Raumfahrt – Faserverstärkte Kunststoffe – Prüfung von multidirektionalen Laminaten, Bestimmung der Druckfestigkeit nach Schlagbeanspruchung
- DIN 65562
Luft- und Raumfahrt – Faserverstärkte Kunststoffe – Prüfung von multidirektionalen Laminaten, Bestimmung der Lochleibungsfestigkeit
- E DIN 65563
Luft- und Raumfahrt – Faserverstärkte Kunststoffe – Bestimmung der interlaminaren Energiefreisetzungsrate
- DIN 65569-1
Luft- und Raumfahrt – Verstärkungsfasern – Bestimmung der Dichte von Filamentgarnen, Schwebeverfahren
- E DIN 65583
Luft- und Raumfahrt – Faserverstärkte Kunststoffe – Bestimmung des Glasübergangs von Faserverbundwerkstoffen unter dynamischer Belastung
- DIN 65597
Luft- und Raumfahrt – Faserverstärkte Kunststoffe – Bestimmung der Temperaturdifferenz bei exothermer Reaktion
- DIN EN 60
Glasfaserverstärkte Kunststoffe – Bestimmung des Glühverlustes
- DIN EN 2310
Luft- und Raumfahrt – Prüfverfahren zur Klassifizierung des Brandverhaltens von nichtmetallischen Werkstoffen; Deutsche Fassung EN 2310 : 1991
- DIN EN 2329
Luft- und Raumfahrt – Glasfilament-Prepreg – Prüfmethode zur Bestimmung der flächenbezogenen Masse; Deutsche Fassung EN 2329 : 1993
- DIN EN 2330
Luft- und Raumfahrt – Glasfilament-Prepreg – Prüfmethode zur Bestimmung des Anteils an flüchtigen Bestandteilen; Deutsche Fassung EN 2330 : 1993
- DIN EN 2331
Luft- und Raumfahrt – Glasfilament-Prepreg – Prüfmethode zur Bestimmung des Harz- und Faseranteils sowie der flächenbezogenen Fasermasse; Deutsche Fassung EN 2331 : 1993

DIN EN 2332

Luft- und Raumfahrt – Glasfilament-Prepreg – Prüfmethode zur Bestimmung des Harzflusses; Deutsche Fassung
EN 2332 : 1993

DIN EN 2377

Luft- und Raumfahrt – Glasfaserverstärkte Kunststoffe – Prüfverfahren zur Bestimmung der scheinbaren interlaminaren Scherfestigkeit; Deutsche Fassung EN 2377 : 1989

E DIN EN 2747

Luft- und Raumfahrt – Glasfaserverstärkte Kunststoffe – Zugversuch

DIN EN 10204

Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen (enthält Änderung A1 : 1995); Deutsche Fassung
EN 10204 : 1991+A1 : 1995

LN 29530

Textilglas – Vorimprägniertes Textilglas (Prepreg) – Allgemeine Erläuterungen

LN 29549

Luft- und Raumfahrt – Textilglas – Vorimprägnierte Filamentgewebe aus E-Glas (Prepreg) – Maße, Massen

LN 53292

Prüfung von Metallklebstoffen für Wabenkernverbunde – Zugversuch senkrecht zur Deckschicht

LN 53295

Prüfung von Metallklebstoffen für Wabenkernverbunde – Trommel-Schälversuch

Werkstoff-Handbuch der Deutschen Luftfahrt, Teil II

ESA PSS-01-702¹⁾

A thermal vacuum test for the screening of space materials

ESA PSS-01-721¹⁾

Flammability testing for the screening of space materials

NASA NHB 8060.1²⁾

Flammability, oder, offgassing and compatibility requirements and test procedures for materials in environments that support combustion

EG-Richtlinie 91/155/EWG

Richtlinie der Kommission vom 5. März 1991 zur Festlegung der Einzelheiten eines besonderen Informationssystems für gefährliche Zubereitungen gemäß Artikel 10 der Richtlinie 88/379/EWG des Rates

TGRS 220

Sicherheitsdatenblatt für gefährliche Stoffe und Zubereitungen

¹⁾ Zu beziehen durch: Distribution Office, ESA Scientific and Technical Publications Branch, ESTEC, Keplerlaan 1, 2201 AZ Noordwijk, Netherlands

²⁾ Auskunft über Bezugsquellen erteilt die Normenstelle Luftfahrt (NL) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Kamekestraße 8, 50672 Köln.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Definitionen nach DIN 16913-1, DIN 16945, DIN 55350-17, DIN 61850 und LN 29530 sowie folgende:

3.1 Textilglas

Textilglas im Sinne dieser Norm ist ein Faserglas der Art: E-, R- und S-Glas nach DIN 1259-1.

3.2 Prepreg

Prepreg im Sinne dieser Norm ist ein harzprägniertes Filamentgewebe aus Textilglas, das im Anlieferungszustand einen bestimmten Anteil Reaktionsharzmasse enthält und ohne weitere Zusätze durch Wärme und Druck härtbar ist.

3.3 Fertigungslos (von Filamentgewebe-Prepregs)

Ein Fertigungslos von imprägniertem Material besteht aus Rollen oder Tafeln, die in einem kontinuierlichen Fertigungsgang nach einem bestimmten Fertigungsverfahren aus einem Harzansatz gleicher Rohstoff-Fertigungslose, Ausnahme bei Filmimprägnierung, und einem Gewebelos hergestellt wurden.

3.4 Qualitätsprüfung

Die Qualitätsprüfung umfaßt die Qualifikationsprüfung und die Abnahmeprüfung.

ANMERKUNG: Siehe Anhang D

3.4.1 Qualifikationsprüfung

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

ANMERKUNG: Siehe Anhang D

3.4.2 Abnahmeprüfung

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

ANMERKUNG: Siehe Anhang D

4 Formelzeichen und Einheiten

e	Effektive Dicke einer Prepreglage	mm
E_{20°	Elastizitätsmodul aus Zugversuch in Kettrichtung (Sekanten-Modul)	kN/mm ²
E_{290°	Elastizitätsmodul aus Zugversuch in Schußrichtung (Sekanten-Modul)	kN/mm ²
E_{d0°	Elastizitätsmodul aus Druckversuch in Kettrichtung (Sekanten-Modul)	kN/mm ²
E_{d90°	Elastizitätsmodul aus Druckversuch in Schußrichtung (Sekanten-Modul)	kN/mm ²
F_K	Klebkraft	N/cm

F_{KsB}	Schälkraft aus Trommelschälversuch	N
G_{1C}	Rißzähigkeit, Mode 1	J/m ²
G_{2C}	Rißzähigkeit, Mode 2	J/m ²
$G_{20°/90°}$	Schubmodul aus Zugversuch von $\pm 45^\circ$ -Laminaten (Sekanten-Modul)	kN/mm ²
m_F	Flächenbezogene Masse der Fasern	g/m ²
m_p	Flächenbezogene Masse des Prepregs	g/m ²
T_G	Glasübergangstemperatur	°C
T_{GA} bzw. T_w	Dynamisch bestimmter Beginn des Glasübergangsbereichs (Glasübergangspunkt)	°C
T_P	Temperatur bei Reaktionsmaximum	°C
T_S	Reaktionsstarttemperatur	°C
x_i	Ist-Einzelmeßwert	—
x_1 bis x_6	Ist-Einzelmeßwerte	—
$x_{min\ soll}$	Zulässiger Mindesteinzelmeßwert	—
$x_{max\ soll}$	Zulässiger maximaler Einzelmeßwert	—
$\bar{x}_{ist}$	Gemessener arithmetischer Mittelwert	—
$\bar{x}_{soll}$	Zulässiger Mittelwert	—
$\alpha_{0°}$	Längenausdehnungskoeffizient in Kettrichtung	$\frac{1}{K} \cdot 10^{-6}$
$\alpha_{90°}$	Längenausdehnungskoeffizient in Schußrichtung	$\frac{1}{K} \cdot 10^{-6}$
ΔT	Exotherme Reaktion	°C
$\epsilon_{dB0°}$	Stauchung beim Bruch in Kettrichtung	%
$\epsilon_{dB90°}$	Stauchung beim Bruch in Schußrichtung	%
$\epsilon_{zB0°}$	Bruchdehnung in Kettrichtung	%
$\epsilon_{zB90°}$	Bruchdehnung in Schußrichtung	%
η	Viskosität des Harzes	Pa · s
$v_{0°/90°}$	Querkontraktionszahl aus Zugversuch in Kettrichtung	—
σ_B	Zugfestigkeit senkrecht zur Deckschicht	N/mm ²
σ_{dB}	Druckfestigkeit, ungekerbt	N/mm ²
σ_{zB}	Zugfestigkeit, ungekerbt	N/mm ²
$\sigma_{zB0°}$	Zugfestigkeit in Kettrichtung	N/mm ²

σ_{zB90°	Zugfestigkeit in Schußrichtung	N/mm ²
σ_{dB0°	Druckfestigkeit in Kettrichtung	N/mm ²
σ_{dB90°	Druckfestigkeit in Schußrichtung	N/mm ²
σ_{dBS}	Druckfestigkeit parallel zur Deckschicht	N/mm ²
σ_{KdB}	Druckfestigkeit, gekerbt	N/mm ²
σ_{KzB}	Zugfestigkeit, gekerbt	N/mm ²
σ_{dBR}	Druckfestigkeit nach Schlagbeanspruchung	N/mm ²
$\sigma_{LV}, \sigma_{L2}, \sigma_{Lm}$	Lochleibungsfestigkeit	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	N/mm ²
ρ_F	Dichte der Faser	g/cm ³
ρ_H	Dichte des Reaktionsharzes	g/cm ³
Φ_F	Faservolumenanteil des Laminates	%
Ψ_F	Fasermasseanteil	%
Ψ_{FEL}	Feuchtemasseanteil im Laminat	%
Ψ_{FI}	Masseanteil an flüchtigen Teilen im Prepreg	%
Ψ_H	Harzmasseanteil	%
Ψ_{HF}	Harzflußmasseanteil im Prepreg	%
Ψ_{HP}	Harzmasseanteil im Prepreg	%

5 Anforderungen

5.1 Werkstoffe

5.1.1 Allgemeines

Die Werkstoffe müssen dem Werkstoff-Handbuch der Deutschen Luftfahrt, Teil II entsprechen sowie firmenspezifischen Werkstoff-Leistungsblättern, die auf die vorliegende Norm Bezug nehmen.

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

5.1.2 Reaktionsharz

Die verwendeten Reaktionsharze müssen in kontrollierter Zusammensetzung dem überwachten Prepreg-Prozeß zugeführt werden.

Während der Verarbeitung darf das Prepregharz keine gesundheitlichen Irritationen (Hautreizungen, Reizungen der Atemwege, Toxizität) hervorrufen und keine Emissionen entwickeln, die besondere Umweltschutzmaßnahmen erfordern.

Die Rezeptur für ein zugelassenes System muß zumindest an neutraler Stelle für Schiedsfälle hinterlegt sein; eine Änderung ohne Zustimmung des Abnehmers ist nicht zulässig.

5.1.3 Filamentgewebe

Das verwendete Filamentgewebe muß als geprüftes Halbzeug dem Prepreg-Prozeß zugeführt werden. Die Beschaffenheit der Faseroberfläche, d. h. die Adhäsionsebenen zum Reaktionsharz, müssen zwischen Gewebehersteller und Prepreghersteller abgestimmt und festgelegt sein. Für ein Produkt ist sie durch die Qualifikation festzuschreiben. Eine Änderung ohne Zustimmung des Anwenders ist nicht zulässig.

5.1.4 Verbundwerkstoff

Der aus dem Prepreg hergestellte Verbundwerkstoff muß den Anforderungen der Werkstoff-Leistungsblätter entsprechen. Die Anforderungen im gehärteten Zustand müssen auch nach fünfmaliger Wiederholung der Temperaturbelastung gemäß Härungszyklus erfüllt werden. Ein Nachweisprogramm ist zwischen Hersteller und Anwender zu vereinbaren.

5.1.5 Fertigungslos

Ein Prepreg-Fertigungslos darf nur ein Gewebelos enthalten. Abweichungen hiervon müssen mit dem Anwender vereinbart werden.

Bei Filmimprägnierung ist die Verwendung von je einem unterschiedlichen Harzansatz je Prepregseite und Prepreg-Fertigungslos zulässig.

5.1.6 Verarbeitungsbedingungen

Die Grenzen des Härungszyklusses sind dem entsprechenden Werkstoff-Leistungsblatt zu entnehmen. Zusätzlich können folgende Anforderungen vereinbart werden:

- Der Härungsdruck muß zwischen Raumtemperatur und Geliertemperatur im Verlauf des Härungszyklusses aufgegeben werden können, ohne daß Änderungen der mechanischen Eigenschaften des Laminates bewirkt werden.
- Das Prepregsystem muß geeignet sein, bei Verarbeitung in einseitiger Harzabsaugung seine festgelegten Eigenschaften zu erzielen; der horizontale Harzfluß sollte dabei vernachlässigbar klein sein.
- Das Prepregsystem sollte geeignet sein, Lamine mit extremer Dicke (> 20 mm) mit dem Standardhärungszyklus herzustellen, ohne daß qualitätsmindernde Effekte auftreten.
- Die Klebrigkeit des Prepregs muß so beschaffen sein, daß unter den Werkstattbedingungen die einzelnen Lagen ohne Anwendung von Wärme beim Laminieren zusammenkleben und an den Vorrichtungsoberflächen (Metall, Kunststoff, Trennfolien usw.) auch im verformten Zustand während des Aufbaues zum Härten haften. Eine andere Klebrigkeit ist zwischen Anwender und Hersteller zu vereinbaren.
- Eine Temperung des gehärteten Laminates zum Erreichen der spezifischen Eigenschaften ist nicht erforderlich.
- Zusätzliche Haltezeiten im Härungszyklus (Fließstufen) unterhalb der Härungstemperaturen sollten keine Voraussetzung zum Erreichen der spezifischen Eigenschaften sein.

5.2 Maße, Massen

Nach LN 29549