

Luft- und Raumfahrt
Aromatisches Polyamid (Aramid)
 Filamentgewebe-Prepreg aus Hochmodulfilamentgarn und EP-Harz
 Technische Lieferbedingungen

DIN
65 426
 Teil 2

Aerospace; Aromatic polyamide (aramid); Woven filament fabric prepreg from high-modulus filament yarn and epoxy resin; Technical specification

Aéronautique et espace; Polyamide aromatique (aramide); Tissus de fils continus haut module pré-impregnés à base de résine époxyde; Spécification technique

In case of dispute the German wording shall be valid.

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

This Standard is approved by Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung and Luftfahrt-Bundesamt.

Inhalt	Seite	Contents	Page
1 Anwendungsbereich	2	1 Field of application	2
2 Begriffe	2	2 Definitions	2
2.1 Prepreg	2	2.1 Prepreg	2
2.2 Fertigungslos	2	2.2 Production batch	2
2.3 Qualitätsprüfung	2	2.3 Quality inspection	2
2.3.1 Qualifikationsprüfung	2	2.3.1 Qualification testing	2
2.3.2 Abnahmeprüfung	2	2.3.2 Acceptance testing	2
3 Formelzeichen und Einheiten	2	3 Symbols and units	2
4 Anforderungen	4	4 Requirements	4
4.1 Werkstoffe	4	4.1 Materials	4
4.2 Maße, Massen	4	4.2 Dimensions, masses	4
4.3 Imprägnierung	4	4.3 Impregnation	4
4.4 Qualität	4	4.4 Quality	4
5 Qualitätsprüfung	4	5 Quality inspection	4
5.1 Qualifikationsprüfung	4	5.1 Qualification testing	4
5.1.1 Prüfungen im Anlieferungszustand	5	5.1.1 Tests in as-received condition	5
5.1.1.1 Harzmasseanteil ψ_{HP}	5	5.1.1.1 Resin content ψ_{HP}	5
5.1.1.2 Harzflußmasseanteil ψ_{HF}	5	5.1.1.2 Resin flow ψ_{HF}	5
5.1.1.3 Flüchtige Masseanteile ψ_{F1}	6	5.1.1.3 Volatile content ψ_{F1}	6
5.1.2 Prüfungen an ausgehärteten Laminat- probekörpern	6	5.1.2 Tests of cured laminate test specimens	6
5.1.2.1 Faservolumenanteil ϕ_F	6	5.1.2.1 Fibre volume fraction ϕ_F	6
5.2 Abnahmeprüfung	13	5.2 Acceptance testing	13
5.2.1 Probenahme	13	5.2.1 Sampling	13
5.2.2 Prüfungen	13	5.2.2 Tests	13
5.2.3 Statistische Auswertung der Prüf- ergebnisse	13	5.2.3 Statistical evaluation of test results	13
5.2.4 Abnahmeprüfzeugnis	13	5.2.4 Acceptance test certificate	13
6 Lieferart	13	6 Mode of delivery	13
6.1 Aufmachung und Verpackung	13	6.1 Put-up and packaging	13
6.1.1 Schutzfolien	13	6.1.1 Protective sheets	13
6.1.2 Aufmachung	14	6.1.2 Put-up	14
6.1.3 Verpackung	14	6.1.3 Packaging	14
6.2 Kennzeichnung der Verpackung	14	6.2 Marking of packages	14
7 Lagerung	14	7 Storage	14
Anhang A Abnahmeprüfzeugnis B (Muster) für Aramid-Prepreg	15	Annex A Acceptance test certificate B (sample) for aramid prepreg	16
Zitierte Normen und andere Unterlagen	17	Quoted standards and further documents	17

Fortsetzung Seite 2 bis 18
 (Continued on pages 2 to 18)

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

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.

Maße in mm

Dimensions in mm

1 Anwendungsbereich

Diese Norm ist anzuwenden für Filamentgewebe-Prepreg aus Hochmodulfilamentgarn auf der Basis von aromatischem Polyamid (Aramid) und EP-Harz, im folgenden Prepreg genannt, nach DIN 65 426 Teil 1.

2 Begriffe**2.1 Prepreg**

Prepreg im Sinne dieser Norm sind Gewebe aus Hochmodulfilamentgarn auf der Basis von aromatischem Polyamid (Aramid), die im Anlieferungszustand einen bestimmten Anteil Reaktionsharzmasse enthalten und ohne weitere Zusätze durch Wärme und Druck härtbar sind.

Weitere Begriffe siehe DIN 16 913 Teil 1, DIN 16 945, DIN 61 850 und LN 29 530.

2.2 Fertigungslos

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 und aus Filamentgewebe eines Fertigungsloses aus einem Faserprodukt hergestellt wurden.

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

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

2.3 Qualitätsprüfung

Die Qualitätsprüfung umfaßt die Qualifikationsprüfung und die Abnahmeprüfung.

2.3.1 Qualifikationsprüfung

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

2.3.2 Abnahmeprüfung

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

Weitere Begriffe der Qualitätsprüfung siehe DIN 55 350 Teil 17.

3 Formelzeichen und Einheiten

d	Dicke	mm
E_{b0°	E-Modul aus Biegeversuch in Kettrichtung	N/mm ²
E_{b90°	E-Modul aus Biegeversuch in Schußrichtung	N/mm ²

1 Field of application

This Standard applies to woven filament fabric prepreg produced from high-modulus filament yarn based on aromatic polyamide (aramid) and epoxy resin in accordance with DIN 65 426 Part 1, hereinafter called prepreg.

2 Definitions**2.1 Prepreg**

Prepreg, for the purpose of this Standard, means a woven fabric produced from high-modulus filament yarn based on aromatic polyamide (aramid) containing in the as-received condition a given amount of thermosetting resin compound and capable of being cured under heat and pressure conditions without further additions.

For further definitions see DIN 16 913 Part 1, DIN 16 945, DIN 61 850 and LN 29 530.

2.2 Production batch

A production batch of impregnated material consists of rolls or sheets produced in one continuous operation that conforms to an established manufacturing process, using one resin mixture from the same batches of raw materials and woven filament fabric from a production batch of one fibre product.

For film impregnating it is permissible to have a different resin mixture on each side of the prepreg within a prepreg production batch.

The qualification and the production material shall be manufactured on the same plant.

2.3 Quality inspection

Quality inspection comprises qualification testing and acceptance testing.

2.3.1 Qualification testing

A test or a series of tests to demonstrate that the product sample submitted for qualification satisfies the requirements specified in the Standard.

2.3.2 Acceptance testing

Testing to demonstrate that the quality characteristics of a product conform to the quality characteristics of a qualified type.

For further definitions relating to quality inspection, see DIN 55 350 Part 17.

3 Symbols and units

d	thickness	mm
E_{b0°	modulus of elasticity in flexure in warp direction	N/mm ²
E_{b90°	modulus of elasticity in flexure in weft direction	N/mm ²



—	E_{d0°	E-Modul aus Druckversuch in Kettrichtung	N/mm ²	E_{d0°	modulus of elasticity in compression in warp direction	N/mm ²
	E_{d90°	E-Modul aus Druckversuch in Schußrichtung	N/mm ²	E_{d90°	modulus of elasticity in compression in weft direction	N/mm ²
	E_{z0°	E-Modul aus Zugversuch in Kettrichtung	N/mm ²	E_{z0°	modulus of elasticity in tension in warp direction	N/mm ²
	E_{z90°	E-Modul aus Zugversuch in Schußrichtung	N/mm ²	E_{z90°	modulus of elasticity in tension in weft direction	N/mm ²
	F_{bB}	Biegebruchkraft	N	F_{bB}	ultimate flexural load	N
	F_{sB0°	Schälkraft in Kettrichtung	N	F_{sB0°	peel load in warp direction	N
	H_{Ba}	Barcolhärte	—	H_{Ba}	Barcol hardness	—
	m_1	Masse der Prepregprobe	g	m_1	mass of prepreg test specimen	g
	m_2	Masse des ausgestanzten Probekörpers nach dem Härten	g	m_2	mass of punched-out test specimen after curing	g
	m_5	Masse des ausgewaschenen Filamentgewebes	g	m_5	mass of washed-out woven filament fabric	g
—	m_p	Flächenbezogene Masse	g/m ²	m_p	mass per unit area	g/m ²
	s	Standardabweichung	—	s	standard deviation	—
	s_{max}	maximal zulässige Standardabweichung	—	s_{max}	maximum permissible standard deviation	—
	s_{St}	Standardabweichung der Stichprobe	—	s_{St}	standard deviation of sample	—
	$\bar{x}$	Arithmetischer Mittelwert	—	$\bar{x}$	arithmetic mean	—
	$\bar{x}_{min}$	Mindestmittelwert	—	$\bar{x}_{min}$	minimum arithmetic mean	—
	$\bar{x}_{St}$	Arithmetischer Mittelwert der Stichprobe	—	$\bar{x}_{St}$	arithmetic mean of sample	—
	α_0°	Längenausdehnungskoeffizient in Kettrichtung	$\frac{1}{K} \cdot 10^{-6}$	α_0°	coefficient of linear thermal expansion in warp direction	$\frac{1}{K} \cdot 10^{-6}$
	α_{90°	Längenausdehnungskoeffizient in Schußrichtung	$\frac{1}{K} \cdot 10^{-6}$	α_{90°	coefficient of linear thermal expansion in weft direction	$\frac{1}{K} \cdot 10^{-6}$
—	λ	Wärmeleitfähigkeit	W/mK	λ	thermal conductivity	W/mK
	σ_{bB0°	Biegefestigkeit in Kettrichtung	N/mm ²	σ_{bB0°	flexural strength in warp direction	N/mm ²
	σ_{bB90°	Biegefestigkeit in Schußrichtung	N/mm ²	σ_{bB90°	flexural strength in weft direction	N/mm ²
	σ_{dB0°	Druckfestigkeit in Kettrichtung	N/mm ²	σ_{dB0°	compressive strength in warp direction	N/mm ²
	σ_{dB90°	Druckfestigkeit in Schußrichtung	N/mm ²	σ_{dB90°	compressive strength in weft direction	N/mm ²
	σ_{zB0°	Zugfestigkeit in Kettrichtung	N/mm ²	σ_{zB0°	tensile strength in warp direction	N/mm ²
	σ_{zB90°	Zugfestigkeit in Schußrichtung	N/mm ²	σ_{zB90°	tensile strength in weft direction	N/mm ²
	σ_{zKV}	Zugfestigkeit senkrecht zur Deckschicht des Kernverbundes	N/mm ²	σ_{zKV}	flatwise tensile strength of sandwich	N/mm ²
	τ_{sB0°	Interlaminae Scherfestigkeit in Kettrichtung	N/mm ²	τ_{sB0°	interlaminar shear strength in warp direction	N/mm ²
—	τ_{zB}	Bindefestigkeit im Zugversuch	N/mm ²	τ_{zB}	bond strength in tension	N/mm ²
	ϕ_F	Faservolumenanteil	%	ϕ_F	fibre volume fraction	%

ψ_{F1}	Flüchtige Masseanteile	%
ψ_{HF}	Harzflußmasseanteil	%
ψ_{HP}	Harzmasseanteil	%

4 Anforderungen

4.1 Werkstoffe

Nach Werkstoff-Handbuch der Deutschen Luftfahrt, Teil II

4.2 Maße, Massen

Nach DIN 65 426 Teil 1

4.3 Imprägnierung

Die Gewebe aus Hochmodulfilamentgarn, auf der Basis von aromatischem Polyamid, müssen gleichmäßig und weitgehend blasenfrei mit Reaktionsharzmasse imprägniert und/oder beschichtet sein.

4.4 Qualität

Von den nachstehend aufgeführten Fehlern sind 4 Fehler je 50 m Rollenlänge zulässig. Alle Fehler, die auf 1 Meter laufender Länge festgestellt werden, sind als 1 Fehler zu bewerten. Liegen 2 Fehler enger als 5 m zusammen, so gilt der gesamte Bereich als Fehlermenge. Jeder Fehler ist durch eine Fahne aus nichtklebendem Werkstoff an der Stirnseite der Rolle bzw. auf der Schutzfolie zu kennzeichnen. Fehlerbereiche sind nicht Bestandteil der Liefermenge.

Fehler:

Harzarme Stellen

Harzreiche Stellen

Löcher

Schnitte

Risse

Fremdkörper

Falten

Verfärbung

Verzug oder Welligkeit

Beschreibung der Fehler, soweit sie die Filamentgewebe betreffen, siehe DIN 65 427 Teil 2.

5 Qualitätsprüfung

5.1 Qualifikationsprüfung

Für die Qualifikation sind die Anforderungen nach Abschnitt 4 zu erfüllen. Die im jeweiligen Werkstoff-Leistungsblatt geforderten Eigenschaftswerte für Prepreg sind nach Abschnitt 5 vom Hersteller zu prüfen. Sie müssen erfüllt und dokumentiert werden. Die Werkstoffe sind bis auf bestimmte Eigenschaften an mindestens 3 Fertigungslosen zu prüfen.

ψ_{F1}	volatile content by mass	%
ψ_{HF}	resin flow by mass	%
ψ_{HP}	resin content by mass	%

4 Requirements

4.1 Materials

According to German Aviation Materials Manual, Part II

4.2 Dimensions, masses

According to DIN 65 426 Part 1

4.3 Impregnation

Woven fabrics produced from high-modulus filament yarn on the basis of aromatic polyamide shall be impregnated and/or coated with thermosetting resin compound in an even and largely blister-free manner.

4.4 Quality

4 defects of those listed below are permissible in any 50 m of roll length. All defects contained in a length of 1 linear meter shall be regarded as 1 defect. If the distance between 2 defects is less than 5 m the total area shall be considered as defective. Each defect shall be identified by a flag of non-adherent material on the end face of the roll or on the protective sheet. The defective areas shall not be credited as being part of the consignment.

Defects:

Resin starved areas

Resin rich areas

Holes

Slits

Cracks

Foreign particles

Wrinkles

Discolouration

Warping or rippling

For description of defects, as far as woven filament fabrics are concerned, see DIN 65 427 Part 2.

5 Quality inspection

5.1 Qualification testing

The requirements as specified in clause 4 shall be satisfied for qualification. The values of the prepreg characteristics required by the relevant material data sheet shall be verified by the manufacturer in accordance with clause 5. These shall be satisfied and documented. The materials shall be tested, except for specific characteristics, from a

Die Vorstellung zur Qualifikationsprüfung gilt als abgeschlossen, wenn der Nachweis auf gemeinsame Grundgesamtheit nach DIN V 65 352 an drei aufeinanderfolgenden Fertigungslosen erbracht wurde. Der Prüfumfang ist Tabelle 1 zu entnehmen.

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

Bei Änderung des Werkstoffes sowie des Herstellverfahrens 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.

5.1.1 Prüfungen im Anlieferungszustand

5.1.1.1 Harzmasseanteil ψ_{HP}

Der Harzmasseanteil im Prepreg (ψ_{HP}) ist an drei Probekörpern von (100 ± 1) mm x (100 ± 1) mm durch Auswaschen des Harzes in Methylethylketon (MEK), oder anderen nach Angaben der Prepreghersteller geeigneten Lösungsmittel, zu bestimmen.

m_1 = Masse der Prepregprobe

m_5 = Masse des ausgewaschenen Filamentgewebes

- Wiegen von m_1
- Probekörper in Gefäß mit MEK bringen
- Gefäß mindestens 10 min schütteln, MEK abgießen
- Vorgang c) mindestens 3mal wiederholen, bis das Filamentgewebe nicht mehr klebrig ist
- 1 h bei 50 °C trocknen
- Wiegen von m_5

Der Harzmasseanteil in % wird nach folgender Formel berechnet:

$$\text{Harzmasseanteil } \psi_{HP} = \frac{m_1 - m_5}{m_1} \quad \text{in \%}$$

5.1.1.2 Harzflußmasseanteil ψ_{HF}

Der Harzflußmasseanteil ψ_{HF} ist nach DIN V EN 2332 zu bestimmen.

Härtungsbedingungen für alle Prepregtypen:

Temperatur: Nenn-Härtungstemperatur

Zeit: 30 min bzw. bis zu 50 % der Nenn-Härtungszeit

Preßdruck: 0,35 N/mm²

Temperatur und Zeit sind vom Lieferanten anzugeben.

minimum of three production batches. Submission for qualification testing shall be regarded as completed upon evidence of a common population in accordance with DIN V 65 352 for three consecutive production batches. The extent of testing shall be as specified in table 1.

The statistical evaluation of strengths and moduli shall be in accordance with DIN V 65 352.

Any change in the material or in the manufacturing process will require re-qualification, the scope of which will have to be approved by the customer.

Should the manufacturer not be in a position to perform the required tests on his own due to the lack of test facilities, they may be carried out by a materials testing laboratory approved by the customer.

5.1.1 Testing in as-received condition

5.1.1.1 Resin content ψ_{HP}

The prepreg resin content (ψ_{HP}), expressed as a percentage of mass, shall be determined on 3 test specimens of (100 ± 1) mm by (100 ± 1) mm by washing out the resin in methyl ethyl ketone (MEK) or other suitable solvents to be specified by the prepreg manufacturer.

m_1 = mass of the prepreg test specimen

m_5 = mass of washed-out woven filament fabric

- Weigh m_1
- Transfer test specimen to MEK recipient
- Shake recipient for at least 10 minutes, decant MEK
- Repeat operation c) at least 3 times until the woven filament fabric is tack-free
- Dry at 50 °C for 1 h
- Weigh m_5

The resin content, expressed as a percentage of mass, shall be calculated according to the following formula:

$$\text{Resin content } \psi_{HP} = \frac{m_1 - m_5}{m_1} \quad \text{in \%}$$

5.1.1.2 Resin flow ψ_{HF}

The resin flow ψ_{HF} , expressed as a percentage of mass, shall be determined in accordance with DIN V EN 2332.

Curing conditions for all types of prepreg:

Temperature: nominal temperature of cure

Time: 30 minutes or up to 50 % of the nominal cure time

Pressing pressure: 0,35 N/mm²

Temperature and time to be specified by the supplier.

5.1.1.3 Flüchtige Masseanteile ψ_{F1}

Der Anteil an flüchtigen Masseanteilen ψ_{F1} ist nach DIN V EN 2330 zu bestimmen.

Temperatur: 3 bis 7 °C über Nenn-Härtungstemperatur

Zeit: (30 ± 1) min

5.1.2 Prüfungen an ausgehärteten Laminatprobenkörpern

5.1.2.1 Faservolumenanteil ϕ_F

Der Faservolumenanteil ϕ_F wird nach folgender Formel berechnet:

$$\phi_F = \frac{m_F \cdot n}{\rho_F \cdot 10 \cdot d} \quad \text{in \%}$$

Hierin bedeuten:

ϕ_F Faservolumenanteil in %

n Lagenanzahl

ρ_F Dichte des Faserwerkstoffes in g/cm³

d Laminatdicke in mm

m_F Flächenbezogene Masse des trockenen Faserwerkstoffes in g/mm²

Die flächenbezogene Masse m_F ist vom Lieferer im Abnahmeprüfzeugnis anzugeben.

5.1.1.3 Volatile content ψ_{F1}

The volatile content ψ_{F1} , expressed as a percentage of mass, shall be determined in accordance with DIN V EN 2330.

Temperature: 3 to 7 °C above nominal temperature of cure

Time: (30 ± 1) min

5.1.2 Tests of cured laminate test specimens

5.1.2.1 Fibre volume fraction ϕ_F

The fibre volume fraction ϕ_F shall be calculated according to the following formula:

$$\phi_F = \frac{m_F \cdot n}{\rho_F \cdot 10 \cdot d} \quad \text{in \%}$$

where

ϕ_F is the fibre volume fraction in %

n is the number of plies

ρ_F is the density of fibre material in g/cm³

d is the laminate thickness in mm

m_F is the mass per unit area of the dry fibre material in g/mm²

The mass per unit area m_F shall be indicated by the supplier in the acceptance test certificate.