

DIN EN 2850



ICS 49.025.40

**Luft- und Raumfahrt –
Unidirektionale Lamine aus Kohlenstoffasern und Reaktionsharz –
Druckversuch parallel zur Faserrichtung;
Deutsche und Englische Fassung EN 2850:2017**

Aerospace series –
Carbon fibre thermosetting resin –
Unidirectional laminates – Compression test parallel to fibre direction;
German and English version EN 2850:2017

Série aérospatiale –
Fibres de carbone/résine thermodurcissable –
Stratifiés unidirectionnels – Essai de compression parallèlement au sens des fibres;
Version allemande et anglaise EN 2850:2017

Gesamtumfang 34 Seiten

DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL)

Nationales Vorwort

Der Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie – Normung (ASD-STAN) ist vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) für zuständig erklärt worden, Europäische Normen (EN) für das Gebiet der Luft- und Raumfahrt auszuarbeiten. Durch die Vereinbarung vom 3. Oktober 1986 wurde ASD Assoziierte Organisation (ASB) des CEN.

Das vorliegende Dokument (EN 2850:2017) wurde von ASD-STAN, Fachbereich Werkstoffe und Verfahren, unter Mitwirkung deutscher Experten des DIN-Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) erarbeitet.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 131-02-01 AA „Verbundwerkstoffe“ im DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL).

Entsprechend Beschluss 57/9 des Technischen Ausschusses des Beirats des DIN-Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) sind die europäischen Luft- und Raumfahrt-Normungsergebnisse zweisprachig, in Deutsch und Englisch, in das Deutsche Normenwerk zu überführen. Aus diesem Grund wurde der Deutschen Fassung dieses Dokuments die Englische Fassung hinzugefügt.

Deutsche Fassung

Luft- und Raumfahrt —
Unidirektionale Lamine aus Kohlenstoffasern
und Reaktionsharz —
Druckversuch parallel zur Faserrichtung

Aerospace series —
Carbon fibre thermosetting resin —
Unidirectional laminates —
Compression test parallel to fibre direction

Série aéronautique —
Fibres de carbone/résine thermodurcissable —
Stratifiés unidirectionnels —
Essai de compression parallèlement au sens des fibres

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 26. Juni 2017 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Prinzip des Verfahrens	5
4 Begriffe	5
5 Bezeichnung	6
6 Probekörper	6
7 Geräte	8
8 Vorbehandlung	8
9 Durchführung	8
10 Angabe der Prüfergebnisse	9
11 Gültigkeit	11
12 Prüfbericht	12
Anhang A (normativ)	13
Anhang B (normativ)	15
Anhang C (informativ)	16

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 2850:2017) wurde vom Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie – Normung (ASD-STAN) erstellt.

Nachdem Umfragen und Abstimmungen entsprechend den Regeln dieses Verbandes durchgeführt wurden, hat diese Norm die Zustimmung der nationalen Verbände und offiziellen Behörden der Mitgliedsländer der ASD erhalten, bevor sie CEN vorgelegt wurde.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis April 2018, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 2018 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt ein Verfahren zur Bestimmung der Druckfestigkeit und des Elastizitätsmoduls von unidirektionalen Laminaten aus Kohlenstoffasern und Reaktionsharz fest.

Das Verfahren gilt nur für Probekörper, deren Achse parallel zur Faserrichtung verläuft.

Dieses Verfahren gilt auch für andere Fasern (oder Gewebe) als Kohlenstoffasern, sofern es in den zugehörigen technischen Lieferbedingungen ausdrücklich genannt wird.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 2372¹⁾, *Luft- und Raumfahrt — Flache Sechskantmuttern aus Stahl, verkadmet — Klasse 1 100 MPa/235 °C*²⁾

EN 2489, *Luft- und Raumfahrt — Faserverstärkte Kunststoffe — Bestimmung des Einflusses von Prüflüssigkeiten*

EN 2565, *Luft- und Raumfahrt — Herstellen von CFK-Prüfplatten*³⁾

EN 2743, *Luft- und Raumfahrt — Faserverstärkte Kunststoffe — Standardverfahren für Vorbehandlung vor der Prüfung von nicht gealterten Werkstoffen*

EN 2744, *Luft- und Raumfahrt — Nichtmetallische Werkstoffe — Vorzugsprüftemperaturen*

EN 2823, *Luft- und Raumfahrt — Faserverstärkte Kunststoffe — Ermittlung des Einflusses der Auslagerung in feuchtem Klima auf die mechanischen und physikalischen Eigenschaften*³⁾

EN 2859, *Luft- und Raumfahrt — Sechskant-Passschrauben, kurzes Gewinde aus legiertem Stahl, verkadmet, metrische Reihe — Klasse 1 100 MPa (bei Raumtemperatur)/235 °C*

EN 3228, *Luft- und Raumfahrt — Einfache Sechskantmuttern mit reduzierter Höhe, mit normaler Schlüsselweite, aus Stahl, verkadmet — Klasse: 900 MPa (bei Raumtemperatur)/235 °C*

EN 3783, *Luft- und Raumfahrt — Faserverbundwerkstoffe — Normierung von fasernabhängigen mechanischen Eigenschaften*

1) Nicht für Neukonstruktionen, siehe EN 3228.

2) Veröffentlicht als ASD-STAN-Norm zum Zeitpunkt der Herausgabe dieser Europäischen Norm durch AeroSpace and Defence industries Association of Europe - Standardization (ASD-STAN) (www.asd-stan.org).

3) Veröffentlicht als ASD-STAN-Vornorm zum Zeitpunkt der Herausgabe dieser Europäischen Norm durch AeroSpace and Defence industries Association of Europe - Standardization (ASD-STAN) (www.asd-stan.org).

3 Prinzip des Verfahrens

Das Verfahren besteht darin, in einem mit konstanter Geschwindigkeit bis zum Bruch durchgeführten Druckversuch die Werkstoffverformung in Längsrichtung in Abhängigkeit von der aufgetragenen Beanspruchung aufzuzeichnen und zu messen.

Die auf den Werkstoff aufgetragene Beanspruchung darf auf zwei verschiedene Arten eingeleitet werden:

- entweder vorwiegend als Scherbeanspruchung über mitgehärtete oder aufgeklebte Krafteinleitungselemente (Verfahren A)
- oder ausschließlich als direkte Druckbeanspruchung der Probekörperenden (Verfahren B).

Es muss darauf hingewiesen werden, dass die Prüfergebnisse, die mit unterschiedlichen Probekörpern erzielt werden, nicht vergleichbar sind.

4 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

4.1

Druckspannung zu jedem beliebigen Zeitpunkt des Versuchs

σ_c

auf die Flächeneinheit des Anfangsquerschnitts innerhalb der Messlänge bezogene Druckkraft am Probekörper zu jedem beliebigen Zeitpunkt des Versuchs

4.2

Druckfestigkeit

σ_{c11}

Druckspannung zum Zeitpunkt des Bruchs

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird nach der Gleichung in 10.1 berechnet.

4.3

Stauchung

ε_{11}

Abstandsänderung der Messmarken im Messbereich des Probekörpers, hervorgerufen durch eine Druckkraft und bezogen auf den ursprünglichen Abstand dieser Messmarken

Anmerkung 1 zum Begriff: ε_{11} ist die parallel zur Faserrichtung gemessene Stauchung.

4.4

Sekanten-E-Modul

zwei Arten der Berechnung sind möglich

Anmerkung 1 zum Begriff: Vorzuziehen ist diejenige, die auf der Stauchung basiert.

Anmerkung 2 zum Begriff: Sonst ist die auf den Kräften basierende Methode anzuwenden.

4.5

Sekanten-E-Modul

$E_{c11}(\alpha, \beta)$

Steigung der Geraden durch zwei Punkte des Druckspannungs-Stauchungs-Diagramms, die den Stauchungen von α % und β %, jeweils bezogen auf die Probekörper-Messlänge, entsprechen

Anmerkung 1 zum Begriff: α und β sind in der Werkstoffnorm festgelegt.

Anmerkung 2 zum Begriff: In Ermangelung einer Werkstoffnorm sind $\alpha = 0,1 \%$ und $\beta = 0,5 \%$ zu wählen.

Anmerkung 3 zum Begriff: Es wird nach der Gleichung in 10.2.1 berechnet.

4.6
Sekanten-E-Modul
 $E_{c11}(P_R/10, P_R/2)$
Steigung der Geraden durch zwei Punkte des Druckspannungs-Stauchungs-Diagramms, die der aus $P_R/10$ und $P_R/2$ ermittelten Spannung entsprechen, wobei P_R die Bruchkraft des Probekörpers ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Es wird nach der Gleichung in 10.2.2 berechnet.

5 Bezeichnung

Die Bezeichnung des Verfahrens muss folgendem Beispiel entsprechen:

Nummer dieser Norm ————— EN2850 A
Probekörpertyp (siehe 6.2) —————

6 Probekörper

6.1 Herstellen von Prüfplatten

Die Prüfplatten sind nach EN 2565 herzustellen.

Die Fertigungsparameter, wie z. B. Umgebungsbedingungen, Aushärtungszyklus usw., müssen den zugehörigen technischen Lieferbedingungen entsprechen.

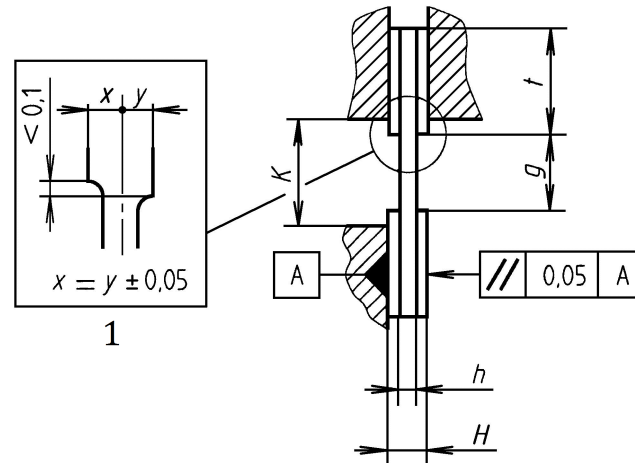
6.2 Form und Maße

Es gibt zwei Arten von Probekörpern:

- Typ A (siehe Beispiel in Anhang A);
- Typ B (siehe Beispiel in Anhang B).

Alternativen zu Typ A sind möglich, sofern sie folgenden Anforderungen entsprechen:

- Messlänge $g = (10 \pm 0,25) \text{ mm};$
- Dicke $h = (2 \pm 0,2) \text{ mm};$
- Gesamtdicke $H = (4,5 \pm 0,5) \text{ mm};$
- Breite $b = (10 \pm 0,2) \text{ mm};$
- Länge der Krafteinleitungselemente $t = \geq 50 \text{ mm};$
- Einspannlänge zwischen den Spannklemmen $K = (13 \pm 0,1) \text{ mm}.$



Legende

1 Einzelheit des eingekreisten Bereichs

Bild 1

Die Winkelabweichung der Fasern in Bezug auf die Achse der Druckbeanspruchung muss kleiner als $\pm 0,5^\circ$ sein.

6.3 Krafteinleitungselemente

6.3.1 Aufgeklebte Krafteinleitungselemente

Bei aufgeklebten Krafteinleitungselementen ist nachzuprüfen, ob die Temperatur des Klebezyklus keinen unerwünschten nachträglichen Aushärtungseffekt auf das Laminat hat.

Die Krafteinleitungselemente müssen aus demselben Werkstoff wie die Probekörper bestehen. Im Falle von Prüfungen bei hohen Temperaturen und/oder nach Feuchtelagerung empfiehlt es sich, die Krafteinleitungselemente durch Mithärten zu formen.

6.3.2 Integrierte Krafteinleitungselemente

Der Probekörper ist aus n Lagen mit 0° in seiner Mitte und aus m Lagen mit $\pm 45^\circ$ beidseitig der 0° -Lagen aufgebaut.

n ist so gewählt, dass n Lagen 2,25 mm bis 2,5 mm dick sind.

m ist so gewählt, dass $(n + 2 m)$ 4 mm bis 5 mm dick sind.

Die integrierten Krafteinleitungselemente müssen spanend bearbeitet werden, um die Melange des Probekörpers zu erhalten (siehe Anhang A — Probekörper A_2/A_4).

ANMERKUNG Wenn die Einspannklemmen rutschen, kann eine Trockenglasschicht auf die Oberfläche der Krafteinleitungselemente aufgetragen werden, bevor mit dem Härten der Prüfplatte begonnen wird.

6.4 Anzahl

Die Anzahl der zu verwendenden Probekörper ist in den Technischen Lieferbedingungen festgelegt. Ist dies nicht der Fall, dann sind fünf (5) Probekörper zu verwenden.

7 Geräte

7.1 Bügelmessschraube mit einem Messflächendurchmesser von 6 mm und einer Fehlergrenze von 0,01 mm⁴⁾.

7.2 Prüfmaschine mit einer Fehlergrenze von 1 % im gewählten Kraftbereich.

7.3 Um ein den Versuch verfälschendes Ausknicken zu vermeiden, ist eine genaue Ausrichtung auf geeignete Weise sicherzustellen.

Ein Beispiel für die Führung der Einspannklemmenausrichtung ist in Anhang A oder Anhang B und Anhang C aufgezeigt.

7.4 Einrichtung zum Aufzeichnen der Stauchung in Abhängigkeit von der Kraft mit einer Fehlergrenze von 1 % im gewählten Stauchungsbereich. Die Einrichtung darf am Probekörper keine Markierungen hinterlassen, durch die vorzeitig Brüche ausgelöst werden könnten. Ein eventuelles Ausknicken während des Versuchs muss mit der gewählten Einrichtung durch getrenntes Aufzeichnen auf beiden Seiten des Probekörpers (z. B. Dehnungsmessstreifen) feststellbar sein.

7.5 Gegebenenfalls dürfen für Prüfungen bei Temperaturen (nach EN 2744), die von der Raumtemperatur abweichen, eine temperaturgeregelte Prüfkammer und ein Thermoelement mit Aufzeichnung verwendet werden.

8 Vorbehandlung

Bei Prüfung im Ausgangszustand muss die Vorbehandlung EN 2743 entsprechen.

Bei Prüfung nach Auslagern in Prüfflüssigkeiten muss die Vorbehandlung EN 2489 entsprechen.

Bei Prüfung nach Auslagern in feuchtwarmem Klima muss die Vorbehandlung EN 2823 entsprechen.

9 Durchführung

9.1 Die Dicke ist zweimal auf möglichst 0,01 mm und die Breite auf möglichst 0,01 mm im Probekörper-Messbereich zu messen.

9.2 Die Einrichtung zum Messen der Stauchung (siehe 7.4) ist auf dem Probekörper anzubringen.

9.3 Erfolgt die Prüfung nicht bei Raumtemperatur, muss die Zeitspanne zwischen Vorbehandlung und Versuchsbeginn folgenden Anforderungen entsprechen:

9.3.1 Bei Probekörpern, die nicht gealtert oder in Prüfflüssigkeiten ausgelagert waren, ist die Verweildauer bei Prüftemperatur durch Vorversuche zu ermitteln und im Prüfbericht zu vermerken.

9.3.2 Bei in Prüfflüssigkeiten ausgelagerten Probekörpern ist das Verfahren nach EN 2489 einzuhalten.

9.3.3 Bei in Feuchte gealterten Probekörpern ist das in EN 2823 beschriebene Verfahren einzuhalten.

9.4 Die Einspannklemmen (soweit im Prüfaufbau vorhanden) müssen die Krafteinleitungselemente nach Bild 1 bedecken. Bei Typ B ist über genormte Verbindungselemente, z. B. nach EN 2859 und EN 2372, eine Einspannkraft von 0,5 mN aufzubringen.

4) ANMERKUNG 1 Bei Methode B ist eine Bügelmessschraube mit einem Messflächendurchmesser von 2 mm zulässig.

9.5 Die Kraft ist mit einer konstanten Geschwindigkeit, d. h. Schließgeschwindigkeit der Einspannklemmen von 1 mm/min einzuleiten.

9.6 Aufzeichnung der Stauchung.

9.6.1 Probekörper Typ A.

Während des gesamten Versuchs sind die Stauchungen ε'_{11} und ε''_{11} in Abhängigkeit von der Kraft aufzuzeichnen, damit der Beginn eines Ausknickens festgestellt werden kann.

Vereinbarungsgemäß gilt:

$$\varepsilon_{11} = \frac{\varepsilon'_{11} + \varepsilon''_{11}}{2}$$

Dabei ist

ε'_{11} die Stauchung parallel zur Probekörperachse (eine Seite);

ε''_{11} die Stauchung parallel zur Probekörperachse (andere Seite).

9.6.2 Probekörper Typ B.

Beim Probekörper zur Modulbestimmung braucht nur ε_{11} aufgezeichnet zu werden.

9.7 Die Bruchkraft P_R ist zu ermitteln.

10 Angabe der Prüfergebnisse

10.1 Druckfestigkeit (σ_{c11})

$$\sigma_{c11} = \frac{P_R}{bh}$$

Dabei ist

P_R die Bruchkraft, in Newton;

b die Breite, in Millimeter;

h die Dicke, in Millimeter.

ANMERKUNG Je nach Probekörpertyp darf σ_{c11} in Abhängigkeit von der gemessenen Dicke und/oder der theoretischen Dicke und/oder der Nenndicke nach EN 3783 errechnet werden.