

DIN EN 2243-6

ICS 49.025.50

**Luft- und Raumfahrt –
Nichtmetallische Werkstoffe –
Strukturelle Klebstoffsysteme – Prüfverfahren – Teil 6: Bestimmung der
Schubspannung und Gleitung;
Deutsche und Englische Fassung EN 2243-6:2005**

Aerospace series –
Non-metallic materials –
Structural adhesives – Test method – Part 6: Determination of shear stress and shear strain;
German and English version EN 2243-6:2005

Série aérospatiale –
Matériaux non-métalliques –
Système d'adhésifs structuraux – Méthodes d'essais – Partie 6: Détermination de la contrainte et de la déformation de cisaillement;
Version allemande et anglaise EN 2243-6:2005

Gesamtumfang 33 Seiten

Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL) im DIN

Nationales Vorwort

Die Europäische Vereinigung der Hersteller von Luft- und Raumfahrtgerät (AECMA) 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 AECMA Assoziierte Organisation (ASB) des CEN.

Die vorliegende Norm EN 2243-6:2005 wurde von AECMA-STAN Fachbereich Werkstoffe unter Mitwirkung deutscher Experten des Normenausschusses Luft- und Raumfahrt erarbeitet.

Entsprechend Beschluss 57/9 des Technischen Ausschusses des Beirats des Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. 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 dieser EN-Norm die Englische Fassung hinzugefügt.

Deutsche Fassung

Luft- und Raumfahrt – Nichtmetallische Werkstoffe – Strukturelle
Klebstoffsysteme – Prüfverfahren – Teil 6: Bestimmung der
Schubspannung und Gleitung

Aerospace series – Non-metallic materials – Structural
adhesives – Test method – Part 6: Determination of shear
stress and shear strain

Série aérospatiale – Matériaux non-métalliques – Système
d'adhésifs structuraux – Méthodes d'essai – Partie 6:
Détermination de la contrainte et de la déformation de
cisaillement

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 26. September 2005 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 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, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen.....	4
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen.....	4
4 Gesundheit und Sicherheit	5
5 Prinzip/Verfahren	5
6 Prüfeinrichtungen	5
7 Prüfplatte/Probekörper.....	6
8 Durchführung der Prüfung	7
9 Angabe der Ergebnisse.....	9
10 Bezeichnung.....	9
11 Prüfbericht.....	10

Vorwort

Dieses Dokument (EN 2243-6:2005) wurde vom Verband der Europäischen Luft- und Raumfahrtindustrie – Standardisierung (AECMA-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 AECMA 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 2006, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 2006 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind 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, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Diese Norm ist Teil der Europäischen Normenreihe über nichtmetallische Werkstoffe für die Anwendung in der Luft- und Raumfahrt. Die allgemeine Gliederung dieser Normenreihe ist in EN 4385 beschrieben. Diese Norm ist ein Dokument der Stufe 3 nach den Festlegungen in EN 4385.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt allgemeine Anforderungen fest zur Bestimmung des Verhaltens von strukturellen Klebstoffen unter Schubspannung und Gleitung im Zugversuch an überlappten Ganzmetallklebungen bei Raum- oder anderen Temperaturen.

Dieses Verfahren kann auch zur Untersuchung des Einflusses von Umweltbedingungen auf strukturelle Klebstoffe angewandt werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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 ISO 7500-1, *Metallische Werkstoffe — Prüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen — Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen — Prüfung und Kalibrierung der Kraftmesseinrichtung (ISO 7500-1:2004)*

EN 2243-1, *Luft- und Raumfahrt — Nichtmetallische Werkstoffe — Strukturelle Klebstoffsysteme — Prüfverfahren — Teil 1: Bestimmung der Bindefestigkeit von einschnittig überlappten Klebungen im Zugversuch¹⁾*

EN 2334, *Luft- und Raumfahrt — Beizen von Aluminium und Aluminiumlegierungen in Chromschwefelsäure*

EN 2419, *Luft- und Raumfahrt — Aluminiumlegierungen AL-P2024-T351 — Platten — $6\text{ mm} < a \leq 80\text{ mm}^2$*

EN 4385, *Luft- und Raumfahrt — Nichtmetallische Werkstoffe — Allgemeine Gliederung der Normung — Verknüpfung der Arten von Normen²⁾*

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Nicht zutreffend.

3.2 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die folgenden Symbole und Abkürzungen.

1) Veröffentlicht als AECMA-Norm zum Zeitpunkt der Herausgabe dieser Norm.

2) Veröffentlicht als AECMA-Vornorm zum Zeitpunkt der Herausgabe dieser Norm.

τ	mittlere Schubspannung (in Megapascal);
γ	Winkel der gemessenen Gleitung (in Radiant);
d	Verschiebung infolge Schub (in Millimeter);
t	Klebschichtdicke (in Millimeter);
F	Kraft (in Newton);
L	Länge der Überlappung (in Millimeter);
W	Breite der Überlappung (in Millimeter);
G_e	elastischer Schubmodul (in Newton je Quadratmillimeter).

4 Gesundheit und Sicherheit

Diese Norm enthält nicht alle mit ihrer Anwendung verbundenen Anforderungen in Hinblick auf Gesundheit und Sicherheit.

Personen, die diese Norm anwenden, müssen mit üblichen Labor-/Prüfstellentätigkeiten vertraut sein.

Es liegt in der Verantwortung des Anwenders, geeignete Sicherheitsvorkehrungen und Gesundheitsschutzmaßnahmen zu treffen sowie für die Einhaltung von europäischen, nationalen oder örtlichen gesetzlichen Regelungen und Vorschriften zu sorgen.

5 Prinzip/Verfahren

Nicht zutreffend.

6 Prüfeinrichtungen

6.1 Gerät

Das Prüfgerät muss mindestens alle 12 Monate kalibriert werden.

6.1.1 Zugprüfmaschine

Die Zugprüfmaschine muss der Klasse 1 nach EN ISO 7500-1 entsprechen. Die Bruchkraft der Probekörper muss zwischen 20 % und 80 % der oberen Grenze des gewählten Kraftmessbereichs der Zugprüfmaschine liegen.

6.1.2 Einspannvorrichtung

Zur momentfreien Krafteinleitung ist eine kardanisches gelagerte Einspannvorrichtung erforderlich (siehe Bild 1).

6.1.3 Verformungsmessgeräte

Sie müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- Messung der Fügeteilverschiebung auf 0,001 mm;
- Messung der Fügeteilverschiebung im Überlappungsbereich (Beispiel einer Drei-Punkt-Messung siehe Bilder 1 und 2);
- kontinuierliche Aufzeichnung der Kraft-Verschiebungs-Kurve;
- vernachlässigbarer Anteil von Fügeteilverformungen am Prüfergebnis.

Um den Einfluss einer ungleichmäßigen Klebstoffschicht auszuschalten, wird die Messung der Verschiebung im Überlappungsbereich auf beiden Seiten des Probekörpers empfohlen (siehe Anmerkung).

ANMERKUNG Eine einwandfreie Bestimmung der Klebeigenschaften ist nur mit einer genauen Messung der Scherverformung der Klebstoffschicht möglich. Je nach Art des Verformungsmessgerätes und seiner Befestigung am Probekörper kann der Messwert jedoch dadurch bewirkte Verformungen beinhalten. Diese Verformungen sollten so gering wie möglich gehalten werden. Anderenfalls ist es erforderlich, mit dem Verformungsmessgerät an einem Versuchsmuster (ohne Klebstoffschicht) die aufgrund der Prüfbedingungen bewirkte Verformung zur Berücksichtigung bei der Berechnung zu bestimmen.

6.1.4 Registriergerät

Das Registriergerät muss die Verschiebung (siehe 9.2) in Abhängigkeit von der Prüfkraft kontinuierlich von Belastungsbeginn bis zum Klebstoffbruch registrieren.

6.2 Werkstoffe/Reagenzien

Nicht zutreffend.

6.3 Qualifikation des Personals

Nicht zutreffend.

7 Prüfplatte/Probekörper

7.1 Werkstoffe

7.1.1 Für Prüftemperaturen bis 150 °C

Aluminiumlegierung EN 2419.

7.1.2 Für Prüftemperaturen über 150 °C

Siehe EN 2243-1.

7.2 Oberflächenvorbehandlung vor dem Kleben

EN 2334, sofern nicht anders festgelegt.

7.3 Kleben

Das Auftragen und Härten des Klebstoffsystems (Klebstoff und Haftgrundmittel) müssen nach der Werkstoffnorm durchgeführt werden, falls mit dem Hersteller des Klebstoffsystems nicht anders vereinbart.

Um die Klebstoffdicke einzustellen, können außerhalb des Überlappungsbereichs Distanzfolien eingelegt werden (siehe Bilder 2 und 3). Im Bereich der Distanzfolien darf kein Klebstoff aufgetragen werden.

Die beiden Prüfplatten sind über die gesamte Fläche zu kleben.

7.4 Maße der Platten

Siehe Bild 3.

7.5 Lagerung der Probekörper nach dem Kleben

Die Probekörper müssen unter den folgenden Bedingungen gelagert werden:

- Temperatur: $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$;
- Relative Luftfeuchte: $(50 \pm 5) \%$.

7.6 Schneiden der Prüfplatten und Vorbereiten der Probekörper

Die Prüfplatten sind in Probekörper zu zerteilen (siehe Bilder 2 und 3).

Die mit warmhärtenden Klebstoffen hergestellten Prüfplatten dürfen erst nach einer Lagerung von mindestens 16 Stunden zerteilt werden (siehe Anmerkung 1).

ANMERKUNG 1 Bei einer losweisen Abnahmeprüfung kann diese Lagerdauer von 16 Stunden entfallen. Bei Klebstoffen, die bei höheren Temperaturen aushärten, ist jedoch darauf zu achten, dass die Platten erst bei Erreichen der Umgebungstemperatur zerteilt werden.

Das Zerteilen muss so erfolgen, dass keine Überhitzung (d. h. $\leq 50 ^\circ\text{C}$) oder mechanische Schäden an der Klebverbindung auftreten (siehe Anmerkung 2).

ANMERKUNG 2 Als geeignet haben sich Feinsägen, Kreissägen oder Bandsägen erwiesen.

Es können auch Platten verwendet werden, die außerhalb der Klebfläche vorgeschnitten sind.

Die Schnitte müssen gerade und parallel sein. Nach dem Zerteilen sind die Probekörper durch Fräsen auf die erforderliche Breite abzarbeiten und die Bohrungen anzubringen (siehe Bild 2).

Die Verwendung von Kühlflüssigkeiten ist nicht zulässig, sofern nicht anders festgelegt.

7.7 Prüfplatten

7.7.1 Maße

Siehe Bild 2.

7.7.2 Anzahl der Probekörper

Siehe Werkstoffnorm.

7.7.3 Kennzeichnung

Jeder Probekörper ist zu kennzeichnen, um die Prüfplatte, aus der er entnommen wurde, sowie seine ursprüngliche Lage in dieser Prüfplatte bestimmen zu können.

8 Durchführung der Prüfung

8.1 Bestimmung der Maße

Die Maße „L“ und „W“ (siehe Bild 2) sind mit einer Fehlergrenze von $\pm 0,1 \text{ mm}$ zu bestimmen.

Die Klebstoffdicke ist in der Mitte des Überlappungsbereiches auf beiden Probekörperseiten mit einer Fehlergrenze von $\pm 0,01 \text{ mm}$ zu messen. Die mittlere Dicke ist zu ermitteln.

8.2 Einspannen des Prüfkörpers

Siehe Bild 1.

Das (die) Verformungsmessgerät(e) ist (sind) an dem Probekörper anzubringen. Die Messachse ist parallel zur Probekörperachse auszurichten.

Die Enden des Probekörpers sind mit Stiften zu befestigen.

Die Einspannvorrichtung und der Probekörper sind so auszurichten, dass die Längsachse des Probekörpers in Richtung der aufgetragenen Zugkraft durch die Befestigungspunkte verläuft.

8.3 Prüftemperaturen

Weicht die Prüftemperatur von der Umgebungstemperatur (23 ± 2) °C ab, muss der Prüfraum einschließlich Einspannvorrichtung vor dem Einbringen des Probekörpers mindestens 30 Minuten innerhalb des Toleranzbereiches der Prüftemperatur stabilisiert werden.

Die Temperatur des Probekörpers muss mit einem Thermoelement überwacht werden.

Das Thermoelement muss so am Probekörper befestigt werden, dass ein unmittelbarer Kontakt mit dem Metall besteht und das Thermoelement gegen direkte Wärmeeinwirkung abgeschirmt ist.

8.4 Belastung

Weicht die Prüftemperatur von der Umgebungstemperatur ab, und falls nicht anders festgelegt, muss vor der Belastung eine Lagerungsdauer von mindestens 10 Minuten bei der geforderten Temperatur vorgesehen werden.

Die Kraft ist mit einer gleich bleibenden Vorschubgeschwindigkeit der Klemmbacken von 1 mm/min aufzubringen (siehe Anmerkung 1).

ANMERKUNG 1 Außer bei Qualifizierungen darf die Last bei der Prüfung mit einer Geschwindigkeit zwischen 1 mm/min und 2,5 mm/min bzw. mit einer Geschwindigkeit zwischen 4 000 N/min und 5 000 N/min aufgebracht werden.

Die Kraft-Verschiebungs-Kurve ist aufzuzeichnen (siehe Anmerkung 2).

ANMERKUNG 2 Bei Prüfungen, die nicht bei Umgebungstemperatur durchgeführt werden, muss der Prüfabschnitt des Probekörpers während der gesamten Dauer der Belastung bis zum Versagen im Bereich der festgelegten Temperaturtoleranz liegen.

Die Lagerungsdauer von 10 Minuten reicht in der Regel aus, um diese Anforderung zu erfüllen.

Dennoch kann vom Prüflaboratorium verlangt werden, das Konzept der Wärmehaltezeit (Verfahren und Bedingungen) durch Aufzeichnungen des Temperatur-/Zeitverlaufs an Versuchsmustern nachzuweisen, bei denen in Bohrungen in dem zu prüfenden Teil des Probekörpers Thermoelemente eingebracht wurden. Diese Aufzeichnungen sind vorzulegen, um die Gültigkeit der Bedingungen der Wärmehaltezeit nachzuweisen.

In diesem Fall muss bei Prüfungen unter von der Umgebungstemperatur abweichenden Bedingungen der Probekörper in die Halterungen des Prüfgerätes eingesetzt werden und die Temperatur nach dem zuvor festgelegten Konzept der Wärmehaltezeit überwacht werden. Sobald der Probekörper den unteren (bzw. oberen, bei Temperaturen unter Umgebungstemperatur) Grenzwert der Prüftemperaturtoleranz erreicht hat, muss er vor dem Belasten innerhalb des Toleranzbereiches noch mindestens 3 Minuten liegen gelassen werden. Die Prüfung ist innerhalb einer maximalen Haltezeit von 10 Minuten zu beenden.

Der jeweilige Zyklus Erwärmen/Haltezeit muss im Prüfbericht angegeben werden.