

Einsprüche bis 30. Apr 1996

ICS 49.040.10

Anwendungswarnvermerk
auf Seite 2 beachten!

**Aerospace series – Test methods for metallic materials –
Part 5: Uninterrupted creep and stress-rupture testing**

Ersatz für
Entwurf Ausgabe 1994-06

Série aérospatiale – Méthodes d'essais applicables aux matériaux métalliques –

Partie 5: Essai non interrompu de fluage et essai de rupture par fluage

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.

Der Norminhalt der von dem AECMA-Komitee C 5 unter Mitwirkung deutscher Experten ausgearbeiteten AECMA-Vornorm prEN 2002-5, Ausgabe Oktober 1995, wird hiermit der deutschen Öffentlichkeit als europäischer Norm-Entwurf zur Stellungnahme vorgestellt.

Entsprechend Beschluß 57/9 des Technischen Ausschusses des Beirats der Normenstelle Luftfahrt sind die europäischen Luft- und Raumfahrt-Normungsergebnisse zweisprachig, in Deutsch und Englisch, in das Deutsche Normenwerk zu überführen. Aus diesem Grund wurde in diesem nationalen Norm-Entwurf der deutschen Übersetzung die Englische Fassung hinzugefügt.

Wird eine EN im CEN-Abstimmungsverfahren angenommen, sind alle CEN-Mitglieder zur Übernahme verpflichtet. Diese Übernahme in das Deutsche Normenwerk ist auch dann zwingend, wenn Deutschland mit Nein gestimmt hat.

Es ist daher notwendig, nach Übernahme der Europäischen Norm EN 2002-5 in das Deutsche Normenwerk, die damit übereinstimmende Deutsche Norm zurückzuziehen.

Gegenüber der AECMA-Vornorm wurde der deutsche Titel auf dem Deckblatt dieser DIN EN entsprechend der national gebräuchlichen Terminologie präzisiert.

Änderungen

Gegenüber der Ausgabe 1994-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

Der Inhalt wurde technisch und redaktionell überarbeitet.

Fortsetzung Seite 2
und 27 Seiten prEN

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

129 02.5

Documents

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten an die Normenstelle Luftfahrt (NL) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Kamekestraße 8, 50672 Köln.

ICS 49.040.10

Deskriptoren:

Ersatz für
Ausgabe P 1
Dezember 1993

Luft- und Raumfahrt
Prüfverfahren
für metallische Werkstoffe
Teil 5: Kriech- und Zeitstandversuch unter konstanter Zugbeanspruchung

Aerospace series
Test methods
for metallic materials
Part 5: Uninterrupted creep and
stress-rupture testing

Série aéronautique
Méthodes d'essais applicables
aux matériaux métalliques
Partie 5: Essai non interrompu de fluage et
essai de rupture par fluage

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Anwendungsbereich	2
2 Normative Verweisungen	3
3 Kurzbeschreibung	3
4 Symbole	3
5 Definitionen	5
6 Festlegung der Prüfanforderungen	9
7 Prüfgerät	10
8 Proportionalproben	13
9 Nichtproportionale Proben	17
10 Herausarbeiten der Probe aus dem Prüfstück	18
11 Querschnittsmessung	18
12 Kennzeichnung der Anfangsmeßlänge	18
13 Erwärmen der Probe	18
14 Temperaturführung und -überwachung	19
15 Aufbringen der Prüfkraft	19
16 Zeitbruchversuch	19
17 Zeitdehnversuch	20
18 Prüfbericht	22

Contents list

	Page
1 Scope	2
2 References	3
3 Principle	3
4 Symbols	3
5 Definitions	5
6 Specification of test requirements	9
7 Testing equipment	10
8 Proportional test pieces	13
9 Non-proportional test pieces	17
10 Preparation of test piece from sample	18
11 Measurement of cross-sectional area	18
12 Marking the original gauge length	18
13 Heating of test piece	18
14 Temperature control and observations	19
15 Loading of the test piece	19
16 Stress rupture test	19
17 Creep strain test	20
18 Test report	22

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für den nicht unterbrochenen Kriech- und Zeitstandversuch unter Zugbeanspruchung an metallischen Werkstoffen nach Normen der Luft- und Raumfahrt. Sie definiert die gegebenenfalls zu bestimmenden Eigenschaften sowie die zur Beschreibung der Prüfungen und Proben benutzten Begriffe. Sie legt die Maße der Proben und das Prüfverfahren fest. Die Beanspruchungsdauer des Zeitdehn- bzw. Zeitbruchversuchs nach dieser Norm ist auf 10 000 h bei einer maximalen Temperatur von 1 100 °C begrenzt.

Diese Norm kann auch für metallische Werkstoffe mit einer Beanspruchungsdauer über 10 000 h und/oder Prüftemperaturen über 1 100 °C angewendet werden, wenn dies vorher zwischen Hersteller und Käufer vereinbart wurde.

1 Scope

This standard applies to uninterrupted constant-load tensile creep strain and stress-rupture testing of metallic materials governed by aerospace standards. It defines the properties that may need to be determined and the terms used in describing tests and test pieces. It specifies the dimensions of test pieces and the method of testing. The duration of the creep strain and stress-rupture tests complying with this standard shall be less than 10 000 h and at temperatures not exceeding 1 100 °C.

This standard may also apply to metallic materials for test durations exceeding 10 000 h and/or for test temperatures exceeding 1 100 °C providing that previous agreement has been reached between the manufacturer and the purchaser.



Documents

Document Sharing Hub

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische 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 Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

EN 10002-2
Metallische Werkstoffe – Zugversuch – Teil 2:
Prüfung der Kraftmeßeinrichtungen von Zug-
prüfmaschinen

EN 10002-4
Metallische Werkstoffe – Zugversuch – Teil 4:
Prüfung von Längenänderungs-Meßeinrichtungen
für einachsige Beanspruchung

ASTM E 1012
Verification of specimen alignment under tensile
loading¹⁾

3 Kurzbeschreibung

Der Versuch besteht darin, eine Probe auf einer gleichbleibenden Temperatur zu halten und einer konstant wirkenden Zugkraft bei dieser Temperatur zu unterwerfen, um die vorgeschriebenen Eigenschaften zu ermitteln.

4 Symbole

Nach Tabelle 1 und den Bildern 1 bis 5.

2 Normative references

This European Standard incorporates, by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications apply to this European Standard only when incorporated in it by amendment or revision. For undated references, the latest edition of the publication referred to applies.

EN 10002-2
Metallic materials – Tensile testing – Part 2:
Verification of the force measuring system of the
tensile testing machines

EN 10002-4
Metallic materials – Tensile test – Part 4:
Verification of extensometers used in uniaxial
testing

ASTM E 1012
Verification of specimen alignment under tensile
loading¹⁾

3 Principle

The test consists in maintaining a test piece at a uniform temperature and subjecting it to a constant tensile force at that temperature in order to determine specified properties.

4 Symbols

See table 1 and figures 1 to 5.

¹⁾ Herausgegeben von American Society for Testing and Materials (ASTM), 1916 Race Street, Philadelphia, PA 19103.

¹⁾ Published by American Society for Testing and Materials (ASTM), 1916 Race Street, Philadelphia, PA 19103.

Tabelle 1
(Table 1)

Symbol (Symbol)	Einheit (Unit)	Bezeichnung (Designation)
a	mm	Dicke einer Probe mit rechteckigem Querschnitt in der Versuchslänge (Thickness of test section of test piece of rectangular cross-section)
A	%	Zeitbruchdehnung (Percentage elongation after rupture)
A_t	%	Kriechdehnung während des Versuchs (Percentage strain during testing)
A_p	%	bleibende Gesamtdehnung (Percentage total plastic strain)
α	°	Kerbwinkel (Notch angle)
b	mm	Breite einer Probe mit rechteckigem Querschnitt in der Versuchslänge (Width of test section of test piece of rectangular cross-section)
d	mm	Durchmesser einer Probe mit Kreisquerschnitt in der Versuchslänge (Diameter of test section of test piece of circular cross-section)
d_n	mm	Kerbdurchmesser (Diameter of test piece at root of notch)
D_n	mm	Schaftdurchmesser einer gekerbten Probe mit Kreisquerschnitt (Diameter of the parallel portion of a notched test piece of circular cross-section)
K_t	-	theoretische Formzahl einer gekerbten Probe (Theoretical stress concentration factor of a notched test piece)
L_c	mm	Versuchslänge (Parallel length)
L_e	mm	Gerätemeßlänge (L_{e0} = Anfangs-Gerätemeßlänge; L_{eu} = Gerätemeßlänge nach dem Bruch) [Extensometer gauge length (L_{e0} = initial; L_{eu} = final)]
L_o, L_{e0}' oder (or) L_s'	mm	Bezugsmeßlänge für Längenänderungsberechnungen (Basis gauge length for elongation calculations)
ΔL_e	mm	Verlängerung der Gerätemeßlänge (Extension of extensometer gauge length)
L_m	mm	Anfangsmeßlänge (Measurement gauge length)
L_n	mm	Versuchslänge der Probe mit Kerb (Parallel length of the test piece containing the notch)
L_s	mm	Schulter-Meßlänge für Prüfung ohne Dehnungsmeßgerät in der Versuchslänge (L_{s0} = ursprüngliche Schulter-Meßlänge; L_{su} = Schulter-Meßlänge nach dem Bruch) [Shoulder gauge length for test without extensometer on the parallel length (L_{s0} = initial; L_{su} = final)]

(fortgesetzt)
[(continued)]

Tabelle 1 (abgeschlossen)
[**Table 1** (concluded)]

Symbol (Symbol)	Einheit (Unit)	Bezeichnung (Designation)
L_t	mm	Gesamtlänge der Probe (Total length of the test piece)
L_u	mm	Meßlänge nach dem Bruch (Final measurement length after rupture)
r	mm	Übergangsradius (Transition radius)
r_n	mm	Kerbradius (Notch root radius)
δ	MPa	Spannung, bezogen auf Querschnitt bei Raumtemperatur (Stress, based on room temperature cross-sectional area)
S_0	mm ²	Anfangsquerschnitt in der Versuchslänge bei Raumtemperatur (Original room temperature cross-sectional area of test section)
S_u	mm ²	kleinster Querschnitt der Probe nach dem Bruch (Minimum cross-sectional area of test section after rupture)
t	h	Beanspruchungsdauer bei vorgegebener Prüftemperatur und -spannung (Time of the test under specified conditions for temperature and stress)
t_p	h	Beanspruchungsdauer für eine vorgegebene bleibende Gesamtdehnung (Time to specified total plastic strain)
t_r	h	Beanspruchungsdauer bis zum Bruch (Time to rupture)
Θ_T	°C	Prüftemperatur (Test temperature)
Z	%	Zeitbrucheinschnürung (Percentage reduction of area after rupture)

5 Definitionen

5.1 Probe

Derjenige Teil des Prüfstücks, an dem der Kriech- oder Zeitstandversuch ausgeführt wird (siehe Bilder 1 bis 5).

5.2 Proportionalprobe

Eine Probe mit einer Anfangs-Bezugsmeßlänge ($L_0 = L_{e0}$ oder L_s), die in einem bestimmten Verhältnis zur Querschnittsfläche steht. Dies ermöglicht die Erzielung vergleichbarer Zeitbruchdehnungswerte (A) bei Proben unterschiedlicher Größe, aber mit dem gleichen Verhältnis. Das Verhältnis $L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$, das bei Proben mit Kreisquerschnitt einen Wert $L_0 = 5 d_0$ ergibt, wurde nach internationaler Übereinkunft festgelegt und wird bei Anwendung dieser Norm bevorzugt. Das Verhältnis wird in dem Symbol für die Zeitbruchdehnung (A) als Index, z. B. A_5 angegeben, und gibt die Beziehung L_0/d wieder.

5 Definitions

5.1 Test piece

Portion of the test sample on which the creep strain or stress-rupture test is carried out (see figures 1 to 5).

5.2 Proportional test piece

A test piece having an original basis gauge length ($L_0 = L_{e0}$ or L_s) which bears a specified relationship to the cross-sectional area. This ensures that comparable values for percentage elongation after rupture (A) are obtained from test pieces of different size but having the same relationship. The relationship $L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$ which for test pieces of circular cross section gives a value of $L_0 = 5 d_0$ has been accepted by international agreement and is preferred in the use of this standard. The relationship is indicated in the symbol for percentage elongation after rupture (A) as a subscript, e.g. A_5 , representing the ratio L_0/d .

5.3 Nichtproportionale Probe

Probe, deren Anfangs-Bezugsmeßlänge nicht das festgelegte Verhältnis zur Querschnittsfläche hat. Dem Dehnungssymbol A ist ein Index zur Angabe der Meßlänge anzufügen, z. B. $A_{40 \text{ mm}}$.

5.4 Meßlänge

Der Längenabschnitt der Probe, an dem die Längenänderung zu einem beliebigen Zeitpunkt des Versuches bestimmt wird.

5.4.1 Anfangsmeßlänge (L_m)

Die Anfangsmeßlänge wird festgelegt entweder als die Anfangs-Gerätemeßlänge L_{eo} bei Proben zum Messen mit in der Versuchslänge der Probe oder gegebenenfalls über kleine Ringwülste befestigten Dehnungsmeßgeräten oder als die Schulter-Meßlänge L_s bei Proben, bei denen die Verlängerung zwischen Meßmarken, einschließlich der Übergangsradien und/oder Teile der Einspannung der Probe, gemessen wird. Die Anfangsmeßlänge (L_m) ist nur als Zähler in Längenänderungsberechnungen einzusetzen; d. h. die Längenänderung des als L_m festgelegten Abschnittes der Probe, wohingegen die Bezugsmeßlänge L_{eo} oder L_s als Nenner einzusetzen ist.

5.4.2 Anfangs-Gerätemeßlänge (L_{eo})

Wenn das Dehnungsmeßgerät direkt in der Versuchslänge der unbelasteten Probe angebracht wird, dann entspricht die Anfangs-Gerätemeßlänge (L_{eo}) dem Abstand zwischen den Kontaktstellen des Dehnungsmeßgerätes, gemessen bei Raumtemperatur, und muß als die entsprechende Bezugsmeßlänge eingesetzt werden. Alternativ dazu kann das Dehnungsmeßgerät über Ringwülste in der Versuchslänge befestigt werden. In diesem Fall ist die als Nenner in Längenänderungsberechnungen einzusetzende Bezugsmeßlänge die (nach 5.4.3) errechnete äquivalente Meßlänge.

5.4.3 Bezugsmeßlänge für Längenänderungsberechnungen (L_{eo} oder L_s)

Die äquivalente Meßlänge, d. h. die Versuchslänge, die die gleiche Längenänderung ergeben würde, einschließlich aller belasteten Abschnitte der Probe zwischen den Meßpunkten, ausgenommen die Einspannenden. Sie ist als Nenner in allen Längenänderungsberechnungen einzusetzen. Bei Proben für den Zeitbruchversuch wird empfohlen, L_{eo} oder L_s nach folgender Gleichung zu errechnen:

$$L_{eo} \text{ oder } L_s = L_c + 2 \sum_{i=1}^k [(d_i/d)^{2n} \times L_i] = 5,65 \sqrt{S_0}$$

5.3 Non-proportional test piece

In cases where the original basis gauge length has not the defined relationship to the cross-sectional area, a subscript shall be used with the symbol for elongation A to indicate the gauge length, i.e. $A_{40 \text{ mm}}$.

5.4 Gauge length

A length of the test piece on which elongation is measured at any moment during the test.

5.4.1 Measurement gauge length (L_m)

The measurement gauge length shall be defined as either the extensometer gauge length L_{eo} for test pieces measured with extensometers gripping the parallel portion of the specimen or small annular ridges, when these are used, or the shoulder gauge length L_s for test pieces where extension is measured between points including the transition radii and/or gripping portions of the test piece. The measurement gauge length (L_m) is to be used only for the numerator in elongation calculations; that is, the change in length of that part of the test piece defined as L_m , whereas the basis gauge length, i.e. L_{eo} or L_s , is to be used for the denominator.

5.4.2 Extensometer gauge length (L_{eo})

Where an extensometer is attached directly to the parallel portion of the unloaded test piece, the extensometer gauge length (L_{eo}) is equal to the distance between the points of contact of the extensometer measured at room temperature, and shall also be used as the corresponding basis gauge length. Alternatively, the extensometer may be attached to annular ridges on the parallel portion. In these cases, the basis gauge length to be used as the denominator in the elongation calculations shall be the equivalent gauge length, calculated as shown (see 5.4.3).

5.4.3 Basis gauge length for elongation calculations (L_{eo} or L_s)

The equivalent gauge length, i.e. the parallel length which would give the same extension, including all loaded portions of the test piece between the measuring points, except the gripped ends. It shall be used as the denominator in all elongation calculations. For stress-rupture test pieces it is recommended that L_{eo} or L_s be calculated from the following equation:

$$L_{eo} \text{ or } L_s = L_c + 2 \sum_{i=1}^k [(d_i/d)^{2n} \times L_i] = 5,65 \sqrt{S_0}$$

worin L_c die Versuchslänge zwischen den Ringwülsten oder Probenenden ist, mit einem Durchmesser d_o , k ist die Anzahl der Abschnitte der Länge L_i mit zunehmendem Durchmesser d_i an den beiden Übergangsradien. Es ist die korrekte Länge L_c zu wählen, so daß die effektive Meßlänge $5,65 \sqrt{S_o}$ beträgt. Es wird empfohlen, $n = 6$ als Vergleichsbasis zu nehmen, obgleich tatsächlich bei vielen Werkstoffen der Luft- und Raumfahrt $n > 6$ ist. Zugrundegelegt ist das vereinfachte Kriechgesetz der Form:

$$\dot{\epsilon}_p = \left(\frac{\sigma}{K} \right)^n$$

5.4.4 Schulter-Meßlänge (L_s)

Wird die Längenänderung an den Probenenden oder zwischen Meßmarken auf den verbreiterten Probenenden gemessen, dann ist die Schulter-Meßlänge (L_s) zu nehmen. Die Bezugsmeßlänge ist nach 5.4.3 zu errechnen, basierend auf Raumtemperaturmessungen, einschließlich aller belasteten Abschnitte der Probe zwischen den Meßpunkten, ausgenommen die Einspannenden.

5.5 Versuchslänge (L_c)

Länge des parallelen Teils der Probe. Bei bestimmten Proben ist L_c kleiner als L_m , die jeweilige Anfangsmeßlänge.

5.6 Verlängerung (ΔL_e)

Die Zunahme der Gerätemeßlänge bezogen auf die Anfangslänge, L_{eo} oder L_{eo}' , angegeben bei Prüftemperatur vor dem Aufbringen der Kraft, auf einen Wert L_e zu einem bestimmten Zeitpunkt während des Versuchs.

5.7 Meßlänge nach dem Bruch (L_u)

Maß für die jeweilige Meßlänge (L_{eu} oder L_{su}) nach dem Bruch der Probe, gemessen bei Raumtemperatur. Dies kann die unbeanspruchten Probenenden einschließen, wenn die Gesamtlänge als Meßlänge herangezogen wird.

5.8 Zeitbruchdehnung (A)

Bleibende Längenzunahme ($L_u - L_m$) der jeweiligen Anfangsmeßlänge, angegeben in Prozent der jeweiligen Anfangs-Bezugsmeßlänge (L_{eo}' oder L_s'), zum Beispiel:

$$A = \frac{L_u - L_{eo}'}{L_{eo}'} \times 100,$$

wobei alle Messungen bei Raumtemperatur erfolgen.

where L_c is the parallel length between the annular ridges or test piece ends, with a diameter d_o , k is the number of sections of length L_i with increasing diameter of d_i at the two transition radii. The correct L_c shall be selected, so that the effective gauge length equals $5,65 \sqrt{S_o}$. It is recommended to use $n = 6$ as a basis for comparison, although the actual n for many aerospace materials is > 6 . This is based on the "power law" creep relationship:

$$\dot{\epsilon}_p = \left(\frac{\sigma}{K} \right)^n$$

5.4.4 Shoulder gauge length (L_s)

Where the extension is measured at the test piece ends, or between reference marks on the enlarged ends of the test piece, the shoulder gauge length (L_s) shall be denoted. The basis gauge length shall be calculated as in 5.4.3 and based on room temperature measurements, including all loaded portions of the test piece between the measuring points, except the gripped ends.

5.5 Parallel length (L_c)

The length of the parallel portion of the test piece. For some test pieces, L_c will be less than L_m , the applicable original gauge length.

5.6 Extension (ΔL_e)

The increase of the extensometer gauge length from the initial length, L_{eo} or L_{eo}' , indicated at the test temperature before loading, to a value L_e at a given moment during the test.

5.7 Final measurement length after rupture (L_u)

The measure of the applicable gauge length (L_{eu} or L_{su}) after the test piece has ruptured, measured at room temperature. This may include the unstressed test piece ends, if the total length is used as the gauge length.

5.8 Percentage elongation after rupture (A)

The permanent increase in length ($L_u - L_m$) of the applicable measurement gauge length, expressed as a percentage of the original applicable basis gauge length (L_{eo}' or L_s'), for example:

$$A = \frac{L_u - L_{eo}'}{L_{eo}'} \times 100,$$

all measurements being made at room temperature.