

Metallische Werkstoffe

**Bestimmung der Bruchzähigkeit
(ebener Dehnungszustand)**

(ISO 12737 : 1996) Deutsche Fassung EN ISO 12737 : 1999

DIN**EN ISO 12737**

ICS 77.040.10

Metallic materials — Determination of plane-strain fracture toughness (ISO 12737 : 1996);

German version EN ISO 12737 : 1999

Matériaux métalliques — Détermination du facteur d'intensité de contrainte critique (ISO 12737 : 1996);

Version allemande EN ISO 12737 : 1999

Die Europäische Norm EN ISO 12737 : 1999 hat den Status einer Deutschen Norm.**Nationales Vorwort**

Die Internationale Norm ISO 12737 wurde im Komitee ISO/TC 164/SC 4 erarbeitet. Sie wurde im UAP-Verfahren als Europäische Norm übernommen. Für die deutsche Übersetzung ist der Arbeitsausschuß NMP 146 „Bruchmechanik“ verantwortlich.

Der Arbeitsausschuß NMP 146 hat bei der Prüfung des Normtextes festgestellt, daß die Einheiten für die Probenabmessungen in der Tabelle des Abschnittes 4 (angegeben in mm) nicht konsistent sind mit den in den Abschnitten B.4 und C.4 festgelegten Auswertungen (angegeben in cm).

Weiterhin wurde festgestellt, daß die Probengrößenbedingungen in 7.1 und dem Abschnitt 10 ($2,5 (K_{IC}/R_{p0,2})^2$) zu Abmessungen in Metern führt, wenn wie vorgesehen K_{IC} in $\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ und $R_{p0,2}$ in MPa eingesetzt werden.

Bei der Anwendung der Norm sollten diese Sachverhalte beachtet werden.

Es ist vorgesehen, diesen unbefriedigenden Zustand bei der nächsten Überarbeitung der Norm in ISO/TC 164/SC 4 zu ändern.

Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 7500-1 siehe DIN EN 10002-2

ISO 9513 siehe DIN EN 10002-4

Nationaler Anhang NA (informativ)**Literaturhinweise**

DIN EN 10002-2

Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 2: Prüfung der Kraftmeßeinrichtung von Zugprüfmaschinen

DIN EN 10002-4

Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 4: Prüfung von Längenänderungs-Meßeinrichtungen für die Prüfung mit einachsiger Beanspruchung

Fortsetzung 13 Seiten EN

Normenausschuß Materialprüfung (NMP) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

— Leerseite —

ICS 77.040.10

Deskriptoren:

Deutsche Fassung

Metallische Werkstoffe

**Bestimmung der Bruchzähigkeit
(ebener Dehnungszustand)
(ISO 12737 : 1996)**

Metallic materials — Determination of plane-strain fracture toughness (ISO 12737 : 1996)

Matériaux métalliques — Détermination du facteur d'intensité de contrainte critique (ISO 12737 : 1996)

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 8. Januar 1999 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	2	9 Versuchsdurchführung	7
1 Anwendungsbereich	2	10 Auswertung und Interpretation der Ergebnisse	7
2 Normative Verweisungen	2	11 Prüfbericht	7
3 Definitionen	2	Anhang A (normativ) Anschwingen von Proben zur K_{Ic} -Bestimmung	9
4 Formelzeichen und ihre Benennungen	3	Anhang B (normativ) Biegeprobe	9
5 Prinzip	3	Anhang C (normativ) Kompaktzugprobe	10
6 Prüfgerät	3	Anhang D (informativ) Probenhalterungen	12
7 Größe, Konfiguration und Herstellung der Proben	5	Anhang E (informativ) Literaturhinweise	13
8 Durchführung	7		

Vorwort

Der Text der Internationalen Norm vom Technischen Komitee ISO/TC 164 „Mechanical testing of metals“ der „International Organization for Standardization“ (ISO) wurde als Europäische Norm durch das CEN/CS übernommen.

Diese Europäische Norm muß den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis August 1999, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 1999 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm ISO 12737 : 1996 wurde von CEN als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Die Anhänge A bis C sind normativ. Die Anhänge D und E sind informativ.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt das Verfahren zur Bestimmung der Bruchzähigkeit homogener metallischer Werkstoffe im Fall des ebenen Dehnungszustandes unter quasi-statischer Belastung fest. Dazu werden gekerbte und mit einem Ermüdungsanriß versehene Proben einer langsam anwachsenden Rißöffnungskraft ausgesetzt.

2 Normative Verweisungen

Diese Internationale Norm enthält Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil der vorliegenden Internationalen Norm sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Internationalen Norm war die angegebene Ausgabe gültig. Alle normativen Dokumente unterliegen der Überarbeitung. Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf dieser Internationalen Norm basieren, werden gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben der im folgenden genannten Normen angewendet werden können. Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

ISO 7500-1 : 1986

Metallic materials — Verification of static uniaxial testing machines — Part 1: Tensile testing machines

ISO 9513 : 1989

Metallic materials — Verification of extensometers used in uniaxial testing

3 Definitionen

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten folgende Definitionen:

3.1 Spannungsintensitätsfaktor für den ebenen Dehnungszustand, K_I : Maß für die Intensität des Spannungsfeldes in unmittelbarer Nähe der Spitze eines Risses, der einer Rißspitzenöffnung gemäß Modus I unterworfen wird. Der Spannungsintensitätsfaktor hängt von der angelegten äußeren Spannung sowie der Größe und der Geometrie der Probe sowie der Rißlänge ab. Er besitzt die Dimension Kraft mal Länge^{-3/2}.

3.2 Bruchzähigkeit für den ebenen Dehnungszustand, K_{Ic} : Im Rahmen der Vorgehensweise des zu beschreibenden Prüfverfahrens stellt K_{Ic} den Widerstand eines Materials gegen Rißausbreitung dar, und zwar für den Fall, daß der Spannungszustand nahe der Rißspitze näherungsweise durch den ebenen Dehnungszustand beschrieben werden kann und die plastische Dehnung auf einen kleinen Materialbereich begrenzt ist.

ANMERKUNG: K_{Ic} kennzeichnet den kritischen K_I -Wert, bei dem mit steigender Belastung und bei hoher Dehnungsbehinderung signifikante Rißausbreitung stattfindet.

3.3 Orientierung der Rißebe: Zuordnung der Rißebe und der Rißausbreitungsrichtung zu charakteristischen Richtungen des Produktes.

ANMERKUNG: Der verwendete Code besteht aus zwei Buchstaben, die durch einen Bindestrich getrennt sind. Der Buchstabe vor dem Bindestrich charakterisiert dabei die Richtung senkrecht zur Rißebene, der Buchstabe nach dem Bindestrich die erwartete Ausbreitungsrichtung des Risses (siehe Bild 1). Für Schmiedestücke aus Metall kennzeichnet der Buchstabe X die Hauptverformungsrichtung (maximale Streckung des Korns), Z die durch die Bearbeitung erzeugte Wanddicke und Y die dritte Richtung im rechtwinkligen Koordinatensystem. Wenn die Ausrichtung der Probe sich nicht an der Faserrichtung des Produktes orientiert, werden zwei Buchstaben benutzt, um die Normale der Rißebene und/oder die zu erwartende Rißausbreitungsrichtung zu beschreiben (siehe Bild 1b). Wenn keine Faserrichtung zu erkennen ist (wie bei Gußstücken), können die Achsen beliebig festgelegt werden, müssen aber klar definiert sein.

3.4 Kerböffnungsverschiebung, V : die Kerböffnungsverschiebung wird an oder in der Nähe der Kerböffnung gemessen.

4 Formelzeichen und ihre Benennungen

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten folgende Formelzeichen und Benennungen (siehe auch Bilder 1, 2 und 4).

Formelzeichen	Einheit	Benennung
a	mm	Rißlänge
B	mm	Probendicke
E	MPa	Elastizitätsmodul
F	kN	angelegte Kraft
F_Q	kN	spezieller Wert für F (siehe Bild 4)
F_5	kN	spezieller Wert für F (siehe Bild 4)
K_f	MPa · m ^{1/2} ¹⁾	Max. Spannungsintensitätsfaktor während der letzten Stufe der Ermüdungsanriß-Einbringung
K_Q	MPa · m ^{1/2}	Vorläufiger K_{Ic} -Wert
K_I	MPa · m ^{1/2}	Spannungsintensitätsfaktor für Rißöffnungsart I
K_{Ic}	MPa · m ^{1/2}	Kritischer K_I -Wert für den ebenen Dehnungszustand
R	—	Verhältnis von Unter- zu Oberlast während der Einbringung des Ermüdungsanrisses
$R_{p0,2}$	MPa	0,2 %-Dehngrenze
S	mm	Spannweite zwischen den beiden Auflagepunkten
V	mm	Kerböffnungsverschiebung

Formelzeichen	Einheit	Benennung
W	mm	Probenbreite der Biegeprobe bzw. effektive Probenbreite der Kompaktzugprobe (CT-Probe)
ΔK_I	MPa · m ^{1/2}	Differenz zwischen dem höchsten und dem niedrigsten K_I -Wert während der Einbringung des Ermüdungsanrisses
¹⁾ 0,031 6 MPa · m ^{1/2} = 1 N · mm ^{-3/2} = 0,031 6 MN · m ^{-3/2}		

5 Prinzip

Der Versuch beinhaltet die Bestimmung der Bruchzähigkeit (K_{Ic}) von metallischen Werkstoffen im ebenen Dehnungszustand unter ansteigender Last an angeschwungenen Proben. Die Anhänge B und C enthalten detaillierte Angaben über die zu verwendenden Proben und die experimentelle Vorgehensweise. Mit einem Schreiber wird die Kraft als Funktion der Kerböffnungsverschiebung registriert. Sie kann aber auch digitalisiert in einem Rechner abgespeichert und anschließend verarbeitet werden. Über eine definierte Abweichung vom linearen Anstieg des Diagramms wird die Kraft bestimmt, die einem Rißwachstum von maximal 2 % entspricht. Wenn bestimmte Gültigkeitskriterien erfüllt sind, kann der K_{Ic} -Wert mit Hilfe dieser Kraft berechnet werden.

Bei Anwesenheit eines scharfen Risses charakterisiert der Werkstoffkennwert K_{Ic} den Widerstand eines Materials gegenüber Bruch unter ausgeprägtem dreiaxsigem Zugspannungszustand, und zwar so, daß

- a) der Spannungszustand im Bereich der Rißfront näherungsweise einem ebenen Dehnungszustand entspricht und
- b) die plastische Zone im Bereich der Rißspitze im Vergleich zur Rißlänge, der Probendicke und dem Ligament vor dem Riß klein ist.

Der so ermittelte K_{Ic} -Wert wird als ein unterer Grenzwert der Bruchzähigkeit bei den entsprechenden Versuchstemperaturen betrachtet.

Unter zyklischer oder konstanter Belastung kann Rißausbreitung bei K_I -Werten auftreten, die kleiner sind als der K_{Ic} -Wert. Die Rißausbreitung unter zyklischer oder unter konstanter Belastung kann durch die Umgebungstemperatur und das Umgebungsmedium beeinflusst werden. Bei der Anwendung des K_{Ic} -Wertes auf die Auslegung von Bauteilen müssen deshalb Unterschiede zwischen den Bedingungen des Laborversuches und den Einsatzbedingungen berücksichtigt werden.

Bei der Bestimmung der Bruchzähigkeit für ebene Dehnung steht vorab nicht fest, ob in einem bestimmten Versuch ein gültiger K_{Ic} ermittelt wird.

6 Prüfgerät

6.1 Prüfmaschine und Kraftmessung

Die Prüfmaschine muß entsprechend ISO 7500-1 kalibriert werden und mindestens der Klasse 1,0 entsprechen. Sie muß die Möglichkeit bieten, die auf die Probe einwirkende Kraft mit Hilfe eines Schreibers zu erfassen.