

DIN EN ISO 12004-2



ICS 77.040.10

Ersatz für
DIN EN ISO 12004-2:2009-02

**Metallische Werkstoffe –
Bestimmung der Grenzformänderungskurve für Bleche und Bänder –
Teil 2: Bestimmung von Grenzformänderungskurven im Labor
(ISO 12004-2:2021);
Deutsche Fassung EN ISO 12004-2:2021**

Metallic materials –
Determination of forming-limit curves for sheet and strip –
Part 2: Determination of forming-limit curves in the laboratory (ISO 12004-2:2021);
German version EN ISO 12004-2:2021

Matériaux métalliques –
Détermination des courbes limites de formage pour les tôles et bandes –
Partie 2: Détermination des courbes limites de formage en laboratoire (ISO 12004-2:2021);
Version allemande EN ISO 12004-2:2021

Gesamtumfang 43 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 12004-2:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 164 „Mechanical testing of metals“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 459/SC 1 „Prüfverfahren für Stahl (andere als chemische Analysen)“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-01-42 AA „Zug- und Duktilitätsprüfung für Metalle“ im DIN-Normungsausschuss Materialprüfung (NMP).

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 6892-1	siehe	DIN EN ISO 6892-1
ISO 10113	siehe	DIN EN ISO 10113
ISO 10275	siehe	DIN EN ISO 10275

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 12004-2:2009-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Der Titel wurde geändert und besteht nun aus drei Elementen.
- b) Abschnitt 2 und Abschnitt 3 wurden aus der vorherigen Ausgabe hinzugefügt, und die nachfolgenden Abschnitte wurden neu nummeriert.
- c) Die Beschreibungen, wann ISO 12004-1 oder ISO 12004-2 (dieses Dokument) anzuwenden ist, wurden in der Einleitung überarbeitet.
- d) Zulässigkeiten und Anforderungen in 6.1.3, 6.1.5, 6.2.2, 6.2.3, 6.3.2, 6.3.3.3, 6.3.4.3, 7.2.2 und 7.2.3 wurden präzisiert.
- e) In 6.3.1 wurde der Bereich der Stempelgeschwindigkeit erweitert und die Zulässigkeit für Ausnahmen bei Aluminiumlegierungen sowie bei Stahl hinzugefügt.
- f) Eine Präzisierung wurde hinzugefügt, die das Nakajima-Verfahren zulässt, obwohl bekannt ist, dass es nichtlinearen Formänderungsverläufen (6.3.3.1) hat. In 6.3.3.3 wurde eine Präzisierung hinzugefügt, warum das Versagen in der Nähe des Scheitelpunkts der Halbkugel erforderlich ist. In 6.3.3.3 wurden die Anforderungen an die „Gültigkeit der Prüfung“ bei der Nakajima-Prüfung ausdrücklich in einem ähnlichen Format angegeben wie bei der Marciniak-Prüfung in 6.3.4.4. In 6.3.3.3 und 6.3.4.4 wurde eine Aussage bezüglich der Zurückweisung von Proben, die die anwendbaren Prüfanforderungen nicht erfüllen, hinzugefügt.
- g) Der Abschnitt „Messgerät“ (4.3.5 in der vorherigen Ausgabe) wurde gestrichen, da es sich um eine Wiederholung des Abschnitts „Messgerät“ in 6.3.2 handelt, jedoch eine andere Genauigkeitsanforderung bestand. Die geforderte Genauigkeit wird jetzt wie ursprünglich in 6.3.2 beschrieben angezeigt.

- h) Die Anforderung an den zweiten Ableitungsbereich wurde in 7.2.3(c) präzisiert und die Anforderungen in den Legenden der Bilder 8 und 9 wurden so geändert, dass sie mit 7.2.3(c) übereinstimmen.
- i) Die Zulässigkeit der Verwendung anderer Messverfahren wurde von 7.2.1 in 7.1 verschoben und präzisiert.
- j) Die Aussage zum „zeitabhängigen Verfahren“ wurde aus 7.1 gestrichen, aber jetzt erscheint in Abschnitt 5 eine Aussage, die die Anwendung anderer Verfahren einschließlich sowohl des „zeitabhängigen Verfahrens“ als auch der „zeit- und positionsabhängigen Verfahren“ zulässt.
- k) In 7.2.2 wurde das Verfahren zum Auswählen der Abschnittslinienpositionen, basierend auf der Rissposition, präzisiert und die Zulässigkeit der Verwendung der Position der maximalen Dehnung unter der Bedingung, dass die Anforderungen an die Gültigkeit der Prüfung erfüllt sind, wurde hinzugefügt.
- l) Die Verwendung des Verfahrens in 7.2.3 für die Extraktion der „Glockenkurve“ zur Verwendung bei der Auswertung der Abschnittslinien mit dem positionsabhängigen Verfahren ist nun gefordert und nicht mehr nur empfohlen. Dies scheint der ursprünglichen Absicht in diesem Zusammenhang zu entsprechen.
- m) In Anhang A ist das Verfahren nun gefordert und nicht mehr nur vorgeschlagen. Anhang C wurde präzisiert, um zu zeigen, dass das Verfahren gefordert ist. Dem Text von Anhang D wurde eine Präzisierung hinzugefügt und seine Verwendung ist ausdrücklich zulässig. In Anhang F wurde hinzugefügt, dass die Durchführung einer Regression mit Hilfe von firmen- oder prüfstellenintern geltenden Funktionen (en: in-house functions) ausdrücklich zulässig ist, und die Anforderung, dass die Funktion im Prüfbericht anzugeben ist, wurde hinzugefügt.
- n) Im gesamten Dokument wurden redaktionelle Änderungen und Klarstellungen vorgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN EN ISO 12004-2: 2009-02

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 6892-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur*

DIN EN ISO 10113, *Metallische Werkstoffe — Blech und Band — Bestimmung der senkrechten Anisotropie*

DIN EN ISO 10275, *Metallische Werkstoffe — Blech und Band — Bestimmung des Verfestigungsexponenten im Zugversuch*

Deutsche Fassung

**Metallische Werkstoffe —
Bestimmung der Grenzformänderungskurve
für Bleche und Bänder —
Teil 2: Bestimmung von Grenzformänderungskurven
im Labor (ISO 12004-2:2021)**

Metallic materials —
Determination of forming-limit curves
for sheet and strip —
Part 2: Determination of forming-limit curves
in the laboratory (ISO 12004-2:2021)

Matériaux métalliques —
Détermination des courbes limites de formage
pour les tôles et bandes —
Partie 2: Détermination des courbes limites de formage
en laboratoire (ISO 12004-2:2021)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 15. Januar 2021 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, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, 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: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Symbole	8
5 Kurzbeschreibung	10
6 Proben und Prüfeinrichtung	11
6.1 Proben	11
6.1.1 Dicke der Proben	11
6.1.2 Probengeometrie	11
6.1.3 Vorbereitung der Proben im Prüfbereich	12
6.1.4 Anzahl der unterschiedlichen Probengeometrien	12
6.1.5 Anzahl der Prüfungen für jede Geometrie	12
6.2 Anwendung des Rasters	12
6.2.1 Art des Rasters	12
6.2.2 Rasteranwendung	13
6.2.3 Genauigkeit des unverformten Rasters	13
6.3 Prüfeinrichtung	13
6.3.1 Allgemeines	13
6.3.2 Bestimmung der Grenzformänderung	15
6.3.3 Nakajima-Prüfung	15
6.3.4 Marciniak-Prüfung	18
7 Analyse des Formänderungsprofils und Messung von ε_1 - ε_2 -Paaren	19
7.1 Allgemeines	19
7.2 Bewertung mit Hilfe von Abschnittslinien (positionsabhängige Messung)	20
7.2.1 Allgemeines	20
7.2.2 Position und Verarbeitung der Messungen	20
7.2.3 Extraktion der „Glockenkurve“ und Bestimmung der inneren Grenzwerte für die Best-Fit-Kurve durch experimentell ermittelte Punkte	22
7.2.4 Festlegung der äußeren Grenzwerte für Best-Fit-Fenster und Bewertung der inversen Best-Fit-Parabel anhand der „Glockenkurve“	24
8 Dokumentation	25
9 Prüfbericht	25
Anhang A (normativ) Zweite Ableitung und „gefilterte“ zweite Ableitung	26
Anhang B (normativ) Berechnung der Breite des Ausgleichsfensters	28
Anhang C (normativ) Bewertung der inversen Best-Fit-Parabel an der „Glockenkurve“	29
Anhang D (normativ) Anwendung/Messung des Rasters — Bewertung mithilfe einer Lupe oder eines Mikroskops	31

Anhang E (informativ) Tabellen experimentell ermittelter Daten für die Validierung des Rechenprogramms.....	32
Anhang F (normativ) Darstellung und mathematische Beschreibung von FLC	33
Anhang G (informativ) Beispiele für kritische Abschnittslieniendaten	35
Anhang H (normativ) Ablaufdiagramm von den gemessenen Formänderungsverteilungen zu den FLC-Werten.....	37
Literaturhinweise.....	39

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 12004-2:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 164 „Mechanical testing of metals“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 459/SC 1 „Prüfverfahren für Stahl (andere als chemische Analysen)“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 2021, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 2021 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.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 12204-2:2008.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, 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.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 12004-2:2021 wurde von CEN als EN ISO 12004-2:2021 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 164, *Mechanical testing of metals*, Unterkomitee SC 2, *Ductility testing*, in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Technisches Komitee CEN/TC 459/SC 1, *Prüfverfahren für Stahl (andere als chemische Analysen)*, in Übereinstimmung mit der Vereinbarung zur technischen Zusammenarbeit zwischen ISO und CEN (Wiener Vereinbarung) erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 12004-2:2008), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- 1) Der Titel wurde geändert und besteht nun aus drei Elementen.
- 2) Abschnitt 2 und Abschnitt 3 wurden aus der vorherigen Ausgabe hinzugefügt, und die nachfolgenden Abschnitte wurden neu nummeriert.
- 3) Die Beschreibungen, wann ISO 12004-1 oder ISO 12004-2 (dieses Dokument) anzuwenden ist, wurden in der Einleitung überarbeitet.
- 4) Zulässigkeiten und Anforderungen in 6.1.3, 6.1.5, 6.2.2, 6.2.3, 6.3.2, 6.3.3.3, 6.3.4.3, 7.2.2 und 7.2.3 wurden präzisiert.
- 5) In 6.3.1 wurde der Bereich der Stempelgeschwindigkeit erweitert und die Zulässigkeit für Ausnahmen bei Aluminiumlegierungen sowie bei Stahl hinzugefügt.

- 6) Eine Präzisierung wurde hinzugefügt, die das Nakajima-Verfahren zulässt, obwohl bekannt ist, dass es nichtlineare Formänderungsverläufe (6.3.3.1) hat. In 6.3.3.3 wurde eine Präzisierung hinzugefügt, warum das Versagen in der Nähe des Scheitelpunkts der Halbkugel erforderlich ist. In 6.3.3.3 wurden die Anforderungen an die „Gültigkeit der Prüfung“ bei der Nakajima-Prüfung ausdrücklich in einem ähnlichen Format angegeben wie bei der Marciniak-Prüfung in 6.3.4.4. In 6.3.3.3 und 6.3.4.4 wurde eine Aussage bezüglich der Zurückweisung von Proben, die die anwendbaren Prüfanforderungen nicht erfüllen, hinzugefügt.
- 7) Der Abschnitt „Messgerät“ (4.3.5 in der vorherigen Ausgabe) wurde gestrichen, da es sich um eine Wiederholung des Abschnitts „Messgerät“ in 6.3.2 handelt, jedoch eine andere Genauigkeitsanforderung bestand. Die geforderte Genauigkeit wird jetzt wie ursprünglich in 6.3.2 beschrieben angezeigt.
- 8) Die Anforderung an den zweiten Ableitungsbereich wurde in 7.2.3(c) präzisiert und die Anforderungen in den Legenden der Bilder 8 und 9 wurden so geändert, dass sie mit 7.2.3(c) übereinstimmen.
- 9) Die Zulässigkeit der Verwendung anderer Messverfahren wurde von 7.2.1 in 7.1 verschoben und präzisiert.
- 10) Die Aussage zum „zeitabhängigen Verfahren“ wurde aus 7.1 gestrichen, aber jetzt erscheint in Abschnitt 5 eine Aussage, die die Anwendung anderer Verfahren einschließlich sowohl des „zeitabhängigen Verfahrens“ als auch der „zeit- und positionsabhängigen Verfahren“ zulässt.
- 11) In 7.2.2 wurde das Verfahren zum Auswählen der Abschnittslinienpositionen, basierend auf der Rissposition, präzisiert und die Zulässigkeit der Verwendung der Position der maximalen Dehnung unter der Bedingung, dass die Anforderungen an die Gültigkeit der Prüfung erfüllt sind, wurde hinzugefügt.
- 12) Die Verwendung des Verfahrens in 7.2.3 für die Extraktion der „Glockenkurve“ zur Verwendung bei der Auswertung der Abschnittslinien mit dem positionsabhängigen Verfahren ist nun gefordert und nicht mehr nur empfohlen. Dies scheint der ursprünglichen Absicht in diesem Zusammenhang zu entsprechen.
- 13) In Anhang A ist das Verfahren nun gefordert und nicht mehr nur vorgeschlagen. Anhang C wurde präzisiert, um zu zeigen, dass das Verfahren gefordert ist. Dem Text von Anhang D wurde eine Präzisierung hinzugefügt und seine Verwendung ist ausdrücklich zulässig. In Anhang F wurde hinzugefügt, dass die Durchführung einer Regression mit Hilfe von firmen- oder prüfstellenintern geltenden Funktionen (en: in-house functions) ausdrücklich zulässig ist, und die Anforderung, dass die Funktion im Prüfbericht anzugeben ist, wurde hinzugefügt.
- 14) Im gesamten Dokument wurden redaktionelle Änderungen und Klarstellungen vorgenommen.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 12004 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

Ein Grenzformänderungsdiagramm (FLD, en: forming limit diagram) ist ein Diagramm, das Punkte der Haupt-/Nebenformänderung enthält.

Ein FLD kann zwischen sicheren und eingeschnürten oder schadhafte Punkten unterscheiden. Der Übergang von sicheren zu schadhafte Punkten ist durch die Grenzformänderungskurve (FLC, en: forming-limit curve) definiert.

Um die Grenzformänderung von Werkstoffen zu bestimmen, sind 2 verschiedene Verfahren möglich:

- 1) Formänderungsanalyse von schadhafte Ziehteilen zur Bestimmung von ziehteil- und prozessabhängigen FLC.

Im Presswerk sind die Formänderungsverläufe zur Erreichung dieser Punkte in der Regel nicht bekannt. Eine solche FLC hängt vom Werkstoff, vom Ziehteil und den gewählten Formgebungsbedingungen ab. Dieses Verfahren ist in ISO 12004-1 beschrieben und dient nicht der Bestimmung einer eindeutigen FLC für jeden Werkstoff.

- 2) Bestimmung von FLC unter klar festgelegten Laborbedingungen.

Für die Beurteilung der Verformbarkeit kann für jeden Werkstoff eine eindeutige FLC für verschiedene Formänderungszustände gemessen werden. Die Bestimmung der FLC muss für jeden Einzelfall gesondert erfolgen, und es werden verschiedene lineare Formänderungsverläufe angewendet. Dieses Dokument, d. h. ISO 12004-2, ist für diese Art der Werkstoffcharakterisierung bestimmt.

Für dieses Dokument (das die Bestimmung von Grenzformänderungskurven im Labor behandelt) sind darüber hinaus folgende Bedingungen von Bedeutung.

- Für die zu untersuchenden Werkstoffe werden Grenzformänderungskurven (FLC) bestimmt, um das Ausmaß zu ermitteln, in dem sie sich durch Ziehen, Strecken oder eine beliebige Kombination aus Ziehen und Strecken verformen lassen. Dieses Ausmaß wird durch das Auftreten von örtlichem Einschnüren und/oder Brüchen begrenzt. Es gibt eine Reihe von Verfahren zur Bestimmung der Grenzformänderung eines Werkstoffs; Ergebnisse, die nach unterschiedlichen Verfahren erhalten wurden, können jedoch nicht für Vergleichszwecke verwendet werden.
- Die FLC beschreibt die Verformungsgrenze eines Werkstoffs im Zustand nach einer festgelegten thermomechanischen Behandlung und in der analysierten Dicke. Für die Beurteilung der Verformbarkeit ist die Kenntnis der mechanischen Eigenschaften des Werkstoffs und seiner Geschichte vor der Prüfung zur Bestimmung der FLC von Bedeutung.

Für den Vergleich der Verformbarkeit unterschiedlicher Werkstoffe ist es wichtig, nicht nur die FLC, sondern auch die folgenden Parameter zu beurteilen:

- a) mechanische Eigenschaften mindestens in der Hauptrichtung;
- b) die prozentuale proportionale Dehnung bei Maximalkraft nach ISO 6892-1;
- c) r -Wert mit gegebenem Verformungsbereich nach ISO 10113;
- d) n -Wert mit gegebenem Verformungsbereich nach ISO 10275.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Prüfbedingungen für die Verwendung bei der Erstellung einer für den betreffenden Werkstoff bei Umgebungstemperatur geltenden Grenzformänderungskurve (FLC) unter Verwendung von linearen Formänderungsverläufen fest. Der betrachtete Werkstoff ist eben, metallisch und hat eine Dicke von 0,3 mm bis 4 mm.

ANMERKUNG Die Begrenzung der Dicke auf bis zu 4 mm wird vorgeschlagen, wodurch sich ein maximal zulässiges Verhältnis von Dicke zu Stempeldurchmesser ergibt.

2 Normative Verweisungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

3 Begriffe

In diesem Dokument werden keine Begriffe aufgeführt.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

4 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die in Tabelle 1 angegebenen Symbole.

Tabelle 1 — Symbole

Symbol	Englisch	Französisch	Deutsch	Einheit
e	Engineering strain	Déformation conventionnelle	Technische Dehnung	%
ε	True strain (logarithmic strain)	Déformation vraie (déformation logarithmique)	Wahre Dehnung (Umformgrad, Formänderung)	—
ε_1	Major true strain	Déformation majeure vraie	Hauptformänderung	—
ε_2	Minor true strain	Déformation mineure vraie	Nebenformänderung	—
ε_3	True thickness strain	Déformation vraie en épaisseur	Dickenformänderung	—
σ	Standard deviation	Ecart-type	Standardabweichung	—
D	Punch diameter	Diamètre du poinçon	Stempeldurchmesser	mm
D_{bh}	Carrier blank hole diameter	Diamètre du trou du contre- flan	Lochdurchmesser des Trägerblechs	mm
$X(0), X(1)$ $X(m) \dots X(n)$	X-position	Position en X	X-Position	mm

Symbol	Englisch	Französisch	Deutsch	Einheit
$f(x) = ax^2 + bx + c$	Best-fit parabola	Parabole de meilleur fit	Best-Fit-Parabel	—
$f(x) = 1/(ax^2 + bx + c)$	Best-fit inverse parabola	Parabole inverse de meilleur fit	Inverse Best-Fit-Parabel	—
$S(0), S(1) \dots S(5)$	Section	Section	Schnitt	—
n	Number of X-positions	Nombre de points en X	Nummer der X-Positionen	—
m	Number of the X-position at the failure/crack position	Numéro du point en X correspondant à la rupture	Nummer der X-Position am Riss	—
w	Width of the fit window	Largeur de la fenêtre de fit	Breite des Fit-Fensters	mm
t_0	Initial sheet thickness	Épaisseur initiale de la tôle	Ausgangsblechdicke	mm
r	Plastic strain ratio	Coefficient d'anisotropie plastique	Senkrechte Anisotropie	—

Tabelle 2 ermöglicht den Vergleich der in verschiedenen Ländern verwendeten Symbole.

Tabelle 2 — Vergleich der in verschiedenen Ländern verwendeten Symbole

Englisch	Internationales Symbol	Deutsches Symbol	Format	Einheit
Technische Dehnung	e	ε	—	%
Wahre Dehnung (Umformgrad, Formänderung)	ε	φ	Dezimalzahl	—
$\varepsilon = \ln(1 + e)$	—	—	—	—

Für die wahre Dehnung wird üblicherweise das Symbol „ ε “ verwendet, in den deutschsprachigen Ländern wird für die wahre Dehnung jedoch das Symbol „ φ “ verwendet. Zusätzlich wird das Symbol „ ε “ in den deutschsprachigen Ländern für die technische Dehnung verwendet.

Im Text dieser Norm wird der üblichen internationalen Definition folgend für die wahre Dehnung die Notation „ ε “ verwendet.