

DIN EN ISO 16808



ICS 77.040.10

Ersatz für
DIN EN ISO 16808:2014-11

**Metallische Werkstoffe –
Blech und Band –
Bestimmung der biaxialen Spannung/Dehnung-Kurve durch einen
hydraulischen Tiefungsversuch mit optischen Messsystemen
(ISO 16808:2022);
Deutsche Fassung EN ISO 16808:2022**

Metallic materials –
Sheet and strip –
Determination of biaxial stress-strain curve by means of bulge test with optical measuring
systems (ISO 16808:2022);
German version EN ISO 16808:2022

Matériaux métalliques –
Tôles et bandes –
Détermination de la courbe contrainte-déformation biaxiale au moyen de l'essai de
gonflement hydraulique avec systèmes de mesure optiques (ISO 16808:2022);
Version allemande EN ISO 16808:2022

Gesamtumfang 30 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 16808:2022) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 164 „Mechanical testing of metals“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 459 „ECISS — Europäisches Komitee für Eisen- und Stahlnormung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

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

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 16808:2014-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Bezeichnung r1_100 in Tabelle 1 angepasst;
- b) der Titel von Bild A.4 angepasst;
- c) Gleichung (B.2) angepasst;
- d) Anhang A gelöscht und die Nummerierung der anderen Anhänge angepasst;
- e) Anhang A (ehemals Anhang B) ist nun informativ;
- f) Anpassung an die aktuell gültigen Gestaltungsregeln.

Frühere Ausgaben

DIN EN ISO 16808: 2014-11

Deutsche Fassung

**Metallische Werkstoffe —
Blech und Band —
Bestimmung der biaxialen Spannung/Dehnung-Kurve durch
einen hydraulischen Tiefungsversuch mit optischen
Messsystemen (ISO 16808:2022)**

Metallic materials —
Sheet and strip —
Determination of biaxial stress-strain curve by means
of bulge test with optical measuring systems
(ISO 16808:2022)

Matériaux métalliques —
Tôles et bandes —
Détermination de la courbe contrainte-déformation
biaxiale au moyen de l'essai de gonflement hydraulique
avec systèmes de mesure optiques (ISO 16808:2022)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 18. April 2022 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	3
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Symbole und Abkürzungen	5
5 Kurzbeschreibung	6
6 Prüfeinrichtung	7
7 Optisches Messsystem	9
8 Prüfstück	10
8.1 Allgemeines	10
8.2 Aufbringen des Gitters	10
8.2.1 Art des Gitters	10
8.2.2 Gitteraufbringung	10
9 Verfahren	11
10 Auswerteverfahren für die Bestimmung des Krümmungsradius und der Umformgrade im Kuppenbereich	11
11 Berechnung der biaxialen Spannung/Dehnung-Kurven	12
12 Prüfbericht	14
Anhang A (informativ) Prüfverfahren für eine Qualitätsüberprüfung des optischen Messsystems	15
A.1 Prüfverfahren	15
A.2 Nachbereitung	16
A.3 Bestimmung der normierten Standardabweichung	17
Anhang B (informativ) Berechnung der Krümmung auf der Grundlage einer Wirkungsfläche	18
B.1 Allgemeines	18
B.2 Berechnung der Werkstoffdicke am Kuppenpol	19
Anhang C (informativ) Bestimmung des äquibiaxialen Spannungspunktes der Fließortkurve und der Verfestigungskurve	20
C.1 Allgemeines	20
C.2 Verfahren	20
Literaturhinweise	28

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 16808:2022) 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 November 2022, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis November 2022 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 16808:2014.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

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 16808:2022 wurde von CEN als EN ISO 16808:2022 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 16808:2014) und stellt eine geringfügige Änderung dar. Die Änderungen sind wie folgt:

- die Bezeichnung von $r_{1,100}$ in Tabelle 1 wurde geändert;
- die Bildunterschrift von Bild A.4 wurde geändert;
- die Gleichung (B.2) wurde geändert;
- der Anhang A wurde gestrichen und die anderen Anhänge wurden entsprechend umnummeriert;
- der Status von Anhang A (früher Anhang B) wurde in informativ geändert;
- geringfügige redaktionelle Änderungen wurden vorgenommen, um sie an die ISO/IEC-Direktiven Teil 2:2021 anzugleichen.

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.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Verfahren zur Bestimmung der biaxialen Spannung/Dehnung-Kurve von Metallblechen mit einer Dicke unter 3 mm bei reinem Streckziehen ohne signifikanten Reibungseinfluss fest. Im Vergleich zu den Ergebnissen der Zugprüfung können höhere Formänderungswerte erreicht werden.

ANMERKUNG Der in diesem Dokument verwendete Begriff „biaxiale Spannung/Dehnung-Kurve“ wird der Einfachheit halber verwendet. Prinzipiell wird in dem Versuch die biaxiale wahre Spannung über dem Umformgrad ermittelt.

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 <https://www.electropedia.org/>

4 Symbole und Abkürzungen

Die verwendeten Symbole und Bezeichnungen sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1

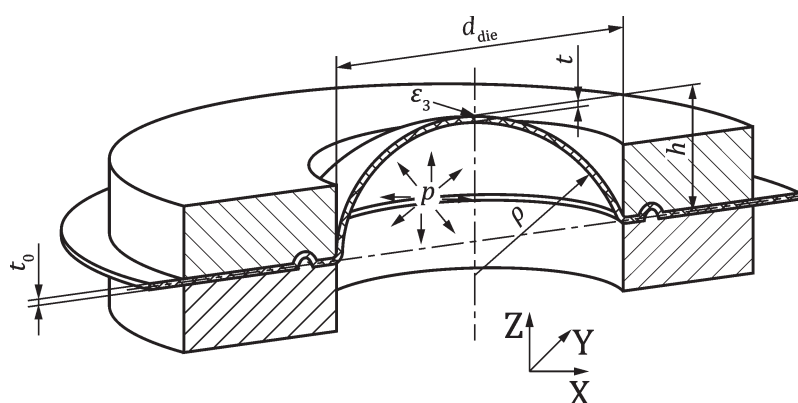
Symbol	Bezeichnung	Einheit
d_{die}	Matrizendurchmesser (innen)	mm
d_{BH}	Durchmesser des Niederhalters (innen)	mm
R_1	Matrizenkantenradius (innen)	mm
h	Ziehtiefe/-höhe (äußere Fläche)	mm
t_0	Ausgangsblechdicke	mm
t	aktuelle Blechdicke	mm
p	Druck im Werkzeug	MPa
r_{ms}	Standardabweichung	—
ρ	Krümmungsradius	mm
r_1	Radius des Kuppenbereiches zur Bestimmung der Krümmung	mm
r_2	Radius des Kuppenbereiches zur Bestimmung der Formänderung	mm
r_{1_100}	Kuppenradius zum Bestimmen der Krümmung bei einem Durchmesser von 100 mm	mm
a_i, b_i	Beiwerte für die Wirkungsfläche	—

Symbol	Bezeichnung	Einheit
σ_B	biaxiale Spannung	MPa
e	technische Dehnung	—
ε_1	Hauptumformgrad	—
ε_2	Nebenumformgrad	—
ε_3	Umformgrad in Dickenrichtung	—
ε_E	Vergleichsformänderung	—
l_s	Koordinate und Länge einer Schnittlinie	mm
dz	Verschieben in z-Richtung	mm
dz_{mv}	Verschiebung nach Bewegungskorrektur	mm

5 Kurzbeschreibung

Eine Ronde wird an ihrem Rand komplett in ein Werkzeug zwischen Matrize und Niederhalter eingespannt. Es wird eine Wölbung gebildet, indem eine Flüssigkeit gegen das Blech gedrückt wird, bis ein Riss auftritt (Bild 1). Während des Versuchs wird der Druck der Flüssigkeit gemessen und die Entwicklung der Blechumformung wird mit einem optischen Messgerät aufgezeichnet [1], [2], [3]. Basierend auf der aufgezeichneten Blechumformung werden die folgenden Größen in der Nähe des Kuppenpols bestimmt: die örtliche Krümmung, die Umformgrade auf der Oberfläche und die aktuelle Blechdicke unter der Voraussetzung der Inkompressibilität des Werkstoffes. Weiterhin wird die biaxiale Spannung aus dem Flüssigkeitsdruck, der Dicke und dem Krümmungsradius berechnet, wobei der Spannungszustand eines dünnwandigen kugelförmigen Druckbehälters in der Nähe des Kuppenpols vorausgesetzt wird.

ANMERKUNG Zusätzlich zu den Verfahren der hydraulischen Tiefungsversuche mit optischen Messsystemen, die in [1] vorgestellt und nachfolgend beschrieben werden, gibt es ebenfalls Lasersysteme [4], [5], [6] oder Tastsysteme [7], [8], [9] zur Messung des Umformungszustandes der Probe, die in diesem Dokument nicht behandelt werden.



Legende

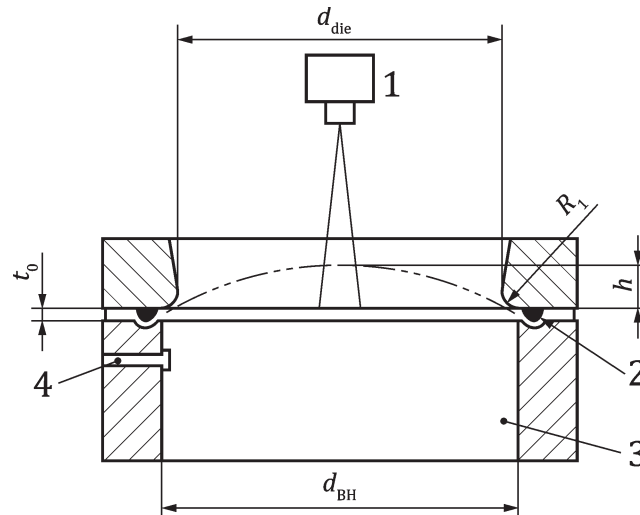
h	Ziehtiefe/-höhe (äußere Fläche)	ρ	Krümmungsradius
p	Druck im Werkzeug	t_0	Ausgangsblechdicke
ε_3	Umformgrad in Dickenrichtung (am Kuppenpol)	t	aktuelle Blechdicke
d_{die}	Matrizendurchmesser (innen)		

Bild 1 — Kurzbeschreibung des hydraulischen Tiefungsversuchs

Der Koordinatenursprung muss sich im Mittelpunkt des Niederhalters befinden. Die xy-Ebene sollte parallel zur Fläche des Niederhalters liegen (parallel zum eingespannten Metallblech vor dem Umformen). Hier entspricht die x-Richtung der Walzrichtung. Die z-Richtung muss senkrecht zum eingespannten Metallblech vor dem Umformen liegen, mit der positiven Richtung auf den optischen Sensor ausgerichtet.

6 Prüfeinrichtung

6.1 Der hydraulische Tiefungsversuch muss an einer Maschine durchgeführt werden, die mit einer Matrize, einem Niederhalter und einer Flüssigkeitskammer ausgestattet ist. Die empfohlene Ausrüstung ist in Bild 2 dargestellt.



Legende

- | | |
|---|----------------------|
| 1 System für die Messung des Umformvorgangs | 3 Flüssigkeitskammer |
| 2 Klemmsicke | 4 Druckmesssystem |

Bild 2 — Vorschlag für einen Prüfaufbau (Prinzipzeichnung)

6.2 Der Aufbau der Prüfeinrichtung muss zulassen, die äußere Oberfläche der Probe während der Prüfung durchgehend zu messen, d. h. es muss möglich sein, die Verformung der Geometrie durch die Aufzeichnung der Entwicklung der Koordinaten x , y und z eines Gitters auf der sich umformenden Blechfläche zu bestimmen, um die Form und die Umformgrade im zentralen Untersuchungsbereich zu berechnen, bis Versagen auftritt.

6.3 Während der Prüfung muss das System in der Lage sein, die Koordinaten x , y und z eines Gitters auf der sich biegenden Fläche des Prüfkörpers optisch (ohne Berührung) zu messen. Aus diesen Koordinaten werden die Umformgrade ε_1 und ε_2 für jeden Punkt des ausgewählten Bereiches, der Umformgrad in Dickenrichtung ε_3 sowie der Krümmungsradius für den Kuppenpol berechnet.

6.4 Das System sollte mit einem Messsystem in der Druckflüssigkeitskammer ausgestattet sein. Ein indirektes Messsystem ist ebenfalls möglich. Ausgehend von 20 % des maximalen gemessenen Druckwertes sollte die Genauigkeit 1 % des tatsächlich gemessenen Wertes betragen.

6.5 Die Matrize, der Niederhalter und die Flüssigkeitskammer müssen ausreichend starr sein, um Eigenverformung während der Prüfung zu minimieren. Die Kraft des Niederhalters muss groß genug sein, um den Niederhalter geschlossen zu halten. Jede Bewegung der Probe zwischen Niederhalter und Matrize sollte vermieden werden. Üblicherweise wirkt während der Prüfung der Druck auf Teile des Niederhalters ein und verringert die tatsächliche Kraft des Niederhalters. Das muss berücksichtigt werden, wenn die erforderliche Kraft des Niederhalters festgelegt wird.