

**DIN EN ISO 6892-1**

ICS 77.040.10

Ersatz für  
DIN EN ISO 6892-1:2009-12

**Metallische Werkstoffe –  
Zugversuch –  
Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1:2016);  
Deutsche Fassung EN ISO 6892-1:2016**

Metallic materials –  
Tensile testing –  
Part 1: Method of test at room temperature (ISO 6892-1:2016);  
German version EN ISO 6892-1:2016

Matériaux métalliques –  
Essai de traction –  
Partie 1: Méthode d'essai à température ambiante (ISO 6892-1:2016);  
Version allemande EN ISO 6892-1:2016

Gesamtumfang 94 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

## Nationales Vorwort

Dieses internationale Schriftstück ISO 6892-1:2016 wurde im Technischen Komitee ISO/TC 164 „Mechanical testing of metals“, Unterkomitee 1 „Uniaxial testing“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ECISS/TC 101 „Prüfverfahren für Stahl (andere als chemische Analysen)“, dessen Sekretariat vom AFNOR (Frankreich) gehalten wird, erarbeitet und im Rahmen der parallelen Abstimmung als EN ISO 6892-1:2016 übernommen.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 062-01-42 AA „Zug- und Duktilitätsprüfung für Metalle“ des DIN-Normenausschusses Materialprüfung (NMP) verantwortlich, der folgende Hinweise für die Anwendung dieser Norm gibt:

In der vorangegangenen Version DIN EN ISO 6892-1:2009-12 wurde bereits die Dehngeschwindigkeit (einschließlich der Querhauptgeschwindigkeit) als Prüfgeschwindigkeit (Verfahren A) eingeführt. Mit dieser Ausgabe wird die Empfehlung zur Verwendung des Verfahrens A aus dem nationalen Vorwort in die Einleitung des Hauptteils der Norm verschoben. Weitergehende Erklärungen zu den Verfahren A und B werden im neu eingeschobenen Abschnitt 10.3 gegeben. Beim Verfahren B wird die Einstellung und Verwendung der Prüfgeschwindigkeit zur Bestimmung von Dehngrenzen in dieser Überarbeitung klarer und der Praxis entsprechend beschrieben.

Anhang F wurde um weitere Informationen ergänzt. Darüber hinaus wird in diesem Anhang jetzt ein Verfahren zur Bestimmung der Maschinensteifigkeit vorgestellt.

Der neue (eingeschobene) Anhang G beschreibt die Bestimmung des Elastizitätsmoduls unter einachsiger Zugbeanspruchung. Wurde in der vorangegangenen Version lediglich darauf hingewiesen, dass die im Standardzugversuch bestimmte Steigung der elastischen Geraden der Spannung/Extensometer-Dehnung-Kurve  $m_E$  eine Hilfsgröße zur Bestimmung von Kennwerten, z. B. der Dehngrenze, ist und nur unter bestimmten Voraussetzungen (z. B. hochauflösende, beidseitig messende, Mittelwert bildende Dehnungsaufnehmer, perfekte Ausrichtung der Probe usw.) dem Werkstoffkennwert Elastizitätsmodul recht nahe kommt, werden in Anhang G die notwendigen Prüfeinrichtungen, die Versuchsdurchführung und Auswertung sowie die Abschätzung der Unsicherheit festgelegt bzw. beschrieben.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

|             |       |                    |
|-------------|-------|--------------------|
| ISO 377     | siehe | DIN EN ISO 377     |
| ISO 3183    | siehe | DIN EN ISO 3183    |
| ISO 7500-1  | siehe | DIN EN ISO 7500-1  |
| ISO 9513    | siehe | DIN EN ISO 9513    |
| ISO 11960   | siehe | DIN EN ISO 11960   |
| ISO 2566-1  | siehe | DIN EN ISO 2566-1  |
| ISO 2566-2  | siehe | DIN EN ISO 2566-2  |
| ISO 80000-1 | siehe | DIN EN ISO 80000-1 |

## Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 6892-1:2009-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die dringende Empfehlung zur Verwendung von Verfahren A aus dem nationalen Vorwort von DIN EN ISO 6892-1:2009-12 wurde in den Hauptteil der Norm übernommen und ergänzt;
- b) der Begriff „parallele Länge“ wird anstatt des Begriffs „Versuchslänge“ verwendet, entsprechend der englischsprachigen Referenzfassung;
- c) genauere Beschreibung der Einstellung der Prüfgeschwindigkeit zur Dehngrenzenbestimmung bei Verfahren B;
- d) Überarbeitung des Bildes 8 a) und des Bildes 9 zur besseren Verständlichkeit;
- e) Überarbeitung und Ergänzung des Anhangs F;
- f) Ergänzung des normativen Anhangs G zur Bestimmung des E-Moduls von metallischen Werkstoffen unter einachsiger Zugbelastung und Überarbeitung des Hauptteils der Norm, um Aspekte zur Bestimmung des E-Moduls zu ergänzen und geringfügige technische Anpassungen vorzunehmen;
- g) Neugliederung bzw. Nummerierung durch den neu eingeschobenen Abschnitt 10.3 und den Anhang G;
- h) Ergänzung der Literatur, insbesondere um aktuelle Publikationen;
- i) redaktionelle Anpassung.

## Frühere Ausgaben

DIN 1602: 1924-06, 1927-04, 1929-08, 1936-03, 1944x-02  
 DIN DVM A 114: 1935-12  
 DIN 50112: 1935xx-12  
 DIN 1605-2: 1936-02  
 DIN DVM 125 = DIN 50125: 1940-08  
 DIN 50114: 1944x-01, 1960-07, 1965-12, 1980-12, 1981-08  
 DIN 50143: 1944-10  
 DIN 50144: 1944-10  
 DIN 50125: 1951-04, 1986-03, 1991-04  
 DIN 50146: 1951-05  
 DIN 50145: 1952-06, 1975-05  
 DIN 51210: 1961-08  
 DIN 50140: 1965-11, 1980-09  
 DIN 51210-1: 1976-04  
 DIN 51210-2: 1976-04  
 DIN EN 10002-1: 1991-04, 2001-12  
 DIN EN ISO 6892-1: 2009-12

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Hinweise zur Indizierung der Bruchdehnung

Grundsätzlich wird zwischen proportionalen und nichtproportionalen Proben in Bezug auf die Messlänge und die Bruchdehnung unterschieden. Bei proportionalen Proben ist die Messlänge  $L_o$  proportional der Quadratwurzel aus einem geometrisch beliebigen Anfangsquerschnitt  $S_o$  (rund, oval, quadratisch, rechteckig, ringförmig ...).

$$L_o = k \times \sqrt{S_o}$$

Um die Vergleichbarkeit mit früher gewonnenen Daten für die Bruchdehnung sicherzustellen, ist der Proportionalitätsfaktor  $k = 5,65$  international festgelegt. Die Bruchdehnung, die über eine Messlänge mit diesem Proportionalitätsfaktor berechnet wird, erhält keinen Index. Wird ein anderer Proportionalitätsfaktor gewählt, so ist dieser als Index an das Formelzeichen  $A$  für die Bruchdehnung anzuhängen, z. B. Proportionalitätsfaktor  $k = 11,3$ : Bruchdehnung  $A_{11,3}$ . (Die Faktoren 5,65 und 11,3 stammen aus der Umrechnung der Messlänge  $L_o$  für Kreisquerschnitte auf beliebige Querschnittsgeometrien.)

Bei den nichtproportionalen Proben werden entsprechend Anhang B drei verschiedene Probengeometrien unterschieden:

- Die Messlänge  $L_o = 50$  mm  
bei einer Probenbreite  $b_o = 12,5$  mm
- die Messlänge  $L_o = 80$  mm  
bei einer Probenbreite  $b_o = 20$  mm
- Die Messlänge  $L_o = 50$  mm  
bei einer Probenbreite  $b_o = 25$  mm („JIS Z 2205“-Probe)

Die Messlänge wird einschließlich der Einheit mm zur Indizierung an das Formelzeichen  $A$  angehängt:  $A_{50 \text{ mm}}$ ,  $A_{80 \text{ mm}}$ . Durch die Einheit mm im Bruchdehnungsindex ist sichergestellt, dass es sich nicht um einen Proportionalitätsfaktor  $k$  handelt.

**Tabelle NA.1 — Gegenüberstellung der Bruchdehnungsindizierung zu alten Normen**

| Bruchdehnung<br>nach<br>DIN EN ISO 6892 | Messlänge<br>$L_o$             | Vereinfachte Formel<br>für $L_o$ bei rundem<br>Probenquerschnitt | Entspricht der<br>Bruchdehnungsbezeichnung nach<br>den zurückgezogenen Normen |
|-----------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| $A$                                     | $L_o = 5,65 \times \sqrt{S_o}$ | $L_o = 5 \times d_o$                                             | DIN 50145:1975-04: $A_5$                                                      |
| $A_{11,3}$                              | $L_o = 11,3 \times \sqrt{S_o}$ | $L_o = 10 \times d_o$                                            | DIN 50145:1975-04: $A_{10}$                                                   |
| $A_{50 \text{ mm}}$                     | $L_o = 50 \text{ mm}$          |                                                                  | DIN 50114:1981-08: $A_L = 50$                                                 |
| $A_{80 \text{ mm}}$                     | $L_o = 80 \text{ mm}$          |                                                                  | DIN 50114:1981-08: $A_L = 80$                                                 |

## Nationaler Anhang NB (informativ)

### Vergleich internationaler Symbole, die beim Zugversuch Anwendung finden

**Tabelle NB.1 — Vergleich internationaler Symbole, die beim Zugversuch Anwendung finden**

| In dieser Norm<br>verwendetes<br>Symbol | Englisch                         | Französisch                | Deutsch                       | Deutsches<br>Symbol | Anglo-<br>amerikanisches<br>Symbol | Einheit |
|-----------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------|------------------------------------|---------|
| $e$                                     | Engineering strain               | Allongement conventionnel  | Dehnung                       | $\varepsilon$       | $e$                                | %       |
| $R$                                     | Engineering stress               | Contrainte conventionnelle | Spannung oder Nennspannung    | $\sigma$            | $S$                                | MPa     |
| $\varepsilon$                           | True strain (logarithmic strain) | Déformation vraie          | Wahre Dehnung oder Umformgrad | $\varphi$           | $\varepsilon$                      | –       |
| $\sigma$                                | True stress                      | Contrainte vraie           | Wahre Spannung                | $k_f$               | $\sigma$ oder $R$                  | MPa     |

## Nationaler Anhang NC (informativ)

### Literaturhinweise

DIN EN ISO 377, *Stahl und Stahlerzeugnisse — Lage und Vorbereitung von Probenabschnitten und Proben für mechanische Prüfungen*

DIN EN ISO 3183, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Stahlrohre für Rohrleitungstransportsysteme*

DIN EN ISO 7500-1, *Metallische Werkstoffe — Kalibrierung und Überprüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen — Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen — Kalibrierung und Überprüfung der Kraftmesseinrichtung*

DIN EN ISO 9513, *Metallische Werkstoffe — Kalibrierung von Längenänderungs-Messeinrichtungen für die Prüfung mit einachsiger Beanspruchung*

DIN EN ISO 11960, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Stahlrohre zur Verwendung als Futter- oder Steigrohre für Bohrungen*

DIN EN ISO 2566-1, *Stahl — Umrechnung von Bruchdehnungswerten — Teil 1: Unlegierte und niedrig legierte Stähle*

DIN EN ISO 2566-2, *Stahl — Umrechnung von Bruchdehnungswerten — Teil 2: Austenitische Stähle*

DIN EN ISO 80000-1, *Größen und Einheiten — Teil 1: Allgemeines*

Deutsche Fassung

Metallische Werkstoffe —  
Zugversuch —  
Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur  
(ISO 6892-1:2016)

Metallic materials —  
Tensile testing —  
Part 1: Method of test at room temperature  
(ISO 6892-1:2016)

Matériaux métalliques —  
Essai de traction —  
Partie 1: Méthode d'essai à température ambiante  
(ISO 6892-1:2016)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 15. April 2016 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 des CEN-CENELEC 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, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, 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: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

## Inhalt

|                                                                                                        | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Europäisches Vorwort .....                                                                             | 4     |
| Vorwort .....                                                                                          | 5     |
| Einleitung .....                                                                                       | 7     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                              | 8     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                         | 8     |
| 3 Begriffe .....                                                                                       | 8     |
| 3.9 Höchstkraft .....                                                                                  | 11    |
| 4 Formelzeichen .....                                                                                  | 14    |
| 5 Kurzbeschreibung .....                                                                               | 16    |
| 6 Proben .....                                                                                         | 17    |
| 6.1 Form und Maße .....                                                                                | 17    |
| 6.1.1 Allgemeines .....                                                                                | 17    |
| 6.1.2 Bearbeitete Proben .....                                                                         | 17    |
| 6.1.3 Unbearbeitete Proben .....                                                                       | 17    |
| 6.2 Arten .....                                                                                        | 18    |
| 6.3 Herstellung der Proben .....                                                                       | 18    |
| 7 Bestimmung des Anfangsquerschnitts .....                                                             | 18    |
| 8 Anfangsmesslänge und Extensometer-Messlänge .....                                                    | 19    |
| 8.1 Festlegung der Anfangsmesslänge .....                                                              | 19    |
| 8.2 Kennzeichnung der Anfangsmesslänge .....                                                           | 19    |
| 8.3 Festlegung der Extensometer-Messlänge .....                                                        | 19    |
| 9 Genauigkeit der Prüfeinrichtungen .....                                                              | 19    |
| 10 Prüfbedingungen .....                                                                               | 20    |
| 10.1 Einstellung des Kraftnullpunktes .....                                                            | 20    |
| 10.2 Einspannverfahren .....                                                                           | 20    |
| 10.3 Prüfgeschwindigkeiten .....                                                                       | 20    |
| 10.3.1 Allgemeine Informationen zu den Prüfgeschwindigkeiten .....                                     | 20    |
| 10.3.2 Prüfgeschwindigkeit basierend auf Dehngeschwindigkeit (Verfahren A) .....                       | 20    |
| 10.3.3 Prüfgeschwindigkeit basierend auf Spannungsgeschwindigkeit (Verfahren B) .....                  | 23    |
| 10.3.4 Dokumentation der gewählten Prüfbedingungen .....                                               | 24    |
| 11 Bestimmung der oberen Streckgrenze .....                                                            | 24    |
| 12 Bestimmung der unteren Streckgrenze .....                                                           | 25    |
| 13 Bestimmung der Dehngrenze bei plastischer Extensometer-Dehnung .....                                | 25    |
| 14 Bestimmung der Dehngrenze bei gesamter Extensometer-Dehnung .....                                   | 26    |
| 15 Verfahren zum Nachweis des Grenzwertes der Spannung für eine vorgegebene<br>bleibende Dehnung ..... | 26    |
| 16 Bestimmung der Streckgrenzen-Extensometer-Dehnung .....                                             | 26    |
| 17 Bestimmung der plastischen Extensometer-Dehnung bei Höchstkraft .....                               | 26    |

|                                                                                                                                                                                                        |                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----|
| 18                                                                                                                                                                                                     | Bestimmung der gesamten Extensometer-Dehnung bei Höchstkraft ..... | 27 |
| 19                                                                                                                                                                                                     | Bestimmung der gesamten Extensometer-Dehnung beim Bruch .....      | 27 |
| 20                                                                                                                                                                                                     | Bruchdehnung .....                                                 | 27 |
| 21                                                                                                                                                                                                     | Bestimmung der Brucheinschnürung.....                              | 28 |
| 22                                                                                                                                                                                                     | Prüfbericht.....                                                   | 29 |
| 23                                                                                                                                                                                                     | Messunsicherheit .....                                             | 30 |
| 23.1                                                                                                                                                                                                   | Allgemeines .....                                                  | 30 |
| 23.2                                                                                                                                                                                                   | Prüfbedingungen .....                                              | 30 |
| 23.3                                                                                                                                                                                                   | Prüfergebnisse .....                                               | 30 |
| Anhang A (informativ) Empfehlungen für die Anwendung rechnergestützter Zugprüfmaschinen .....                                                                                                          |                                                                    | 43 |
| Anhang B (normativ) Probenarten für Flacherzeugnisse mit einer Dicke zwischen 0,1 mm und 3 mm: Bleche, Bänder und flache Walzprodukte .....                                                            |                                                                    | 50 |
| Anhang C (normativ) Probenarten für Draht, Stäbe und Profile mit einem Durchmesser oder einer Dicke unter 4 mm .....                                                                                   |                                                                    | 53 |
| Anhang D (normativ) Probenarten für Flacherzeugnisse mit einer Dicke gleich oder größer als 3 mm und Draht, Stäbe und Profile mit einem Durchmesser oder einer Dicke gleich oder größer als 4 mm ..... |                                                                    | 54 |
| Anhang E (normativ) Probenarten bei Rohren .....                                                                                                                                                       |                                                                    | 58 |
| Anhang F (informativ) Abschätzung der Traversengeschwindigkeit unter Berücksichtigung der Steifigkeit (bzw. Nachgiebigkeit) des Prüfaufbaus .....                                                      |                                                                    | 60 |
| Anhang G (normativ) Bestimmung des Elastizitätsmoduls von Metallen im uniaxialen Zugversuch.....                                                                                                       |                                                                    | 62 |
| Anhang H (informativ) Messung der Bruchdehnung, wenn der vorgeschriebene Wert kleiner als 5 % ist .....                                                                                                |                                                                    | 71 |
| Anhang I (informativ) Bestimmung der Bruchdehnung bei Unterteilung der Anfangsmesslänge.....                                                                                                           |                                                                    | 72 |
| Anhang J (informativ) Bestimmung der plastischen Dehnung ohne Einschnürung (Gleichmaßdehnung) $A_{wn}$ für Langprodukte wie Stäbe, Drähte und Stangen.....                                             |                                                                    | 74 |
| Anhang K (informativ) Abschätzung der Messunsicherheit.....                                                                                                                                            |                                                                    | 75 |
| Anhang L (informativ) Präzision von Zugversuchen — Ergebnisse von Ringversuchen.....                                                                                                                   |                                                                    | 80 |
| Literaturhinweise.....                                                                                                                                                                                 |                                                                    | 85 |

## **Europäisches Vorwort**

Dieses Dokument (EN ISO 6892-1:2016) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 164 „Mechanical testing of metals“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ECISS/TC 101 „Prüfverfahren für Stahl (andere als chemische Analysen)“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Januar 2017, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Januar 2017 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 6892-1:2009.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

### **Anerkennungsnotiz**

Der Text von ISO 6892-1:2016 wurde vom CEN als EN ISO 6892-1:2016 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

## Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees 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 Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen 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. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe [www.iso.org/directives](http://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 empfangenen Patenterklärungen (siehe [www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der WTO-Grundsätze zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: Foreword - Supplementary information ([www.iso.org/iso/foreword.html](http://www.iso.org/iso/foreword.html)).

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 164 „*Mechanical testing of metals*“, Unterkomitee SC 1 „*Uniaxial testing*“.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 6892-1:2009), welche technisch überarbeitet wurde mit den folgenden Änderungen:

- a) Neunummerierung von Abschnitt 10;
- b) zusätzliche Informationen für die Anwendung der Verfahren A und B;
- c) neue Benennungen für:
  - 1) Verfahren A geschlossener Regelkreis (en: closed loop) → A1;
  - 2) Verfahren A offener Regelkreis (en: open loop) → A2;
- d) Ergänzung von A.5;
- e) Ergänzung der Bestimmung der Steifigkeit des Prüfaufbaus in Anhang F;
- f) neuer normativer Anhang G: Bestimmung des Elastizitätsmoduls von Metallen im uniaxialen Zugversuch;
- g) der alte Anhang G wurde in Anhang H umbenannt, Anhang H in Anhang I usw.

ISO 6892 besteht unter dem allgemeinen Titel *Metallic materials — Tensile testing* aus den folgenden Teilen:

- *Part 1: Method of test at room temperature*
- *Part 2: Method of test at elevated temperature*
- *Part 3: Method of test at low temperature*
- *Part 4: Method of test in liquid helium*

## Einleitung

In Diskussionen über die Prüfgeschwindigkeiten während der Vorbereitung von ISO 6892 wurde entschieden, in zukünftigen Ausgaben die Durchführung dehngeschwindigkeitsgeregelter Versuche zu empfehlen.

In diesem Teil von ISO 6892 sind zwei Verfahren bezüglich der Prüfgeschwindigkeit einsetzbar. Das erste, das Verfahren A, basiert auf den Dehngeschwindigkeiten (inklusive der Querhauptgeschwindigkeit) und das zweite, das Verfahren B, basiert auf den Spannungsgeschwindigkeiten. Verfahren A ist – wenn dehngeschwindigkeitsabhängige Kennwerte bestimmt werden – zur Minimierung von Unterschieden in den Prüfgeschwindigkeiten und zur Minimierung der Messunsicherheit der Prüfergebnisse geeignet. Aufgrund dessen – und aufgrund der Tatsache, dass oftmals die Dehngeschwindigkeitsempfindlichkeit des Materials nicht bekannt ist – wird die Anwendung von Verfahren A dringend empfohlen.

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 6892 legt das Verfahren für den Zugversuch an metallischen Werkstoffen fest und definiert die mechanischen Kennwerte, die bei Raumtemperatur bestimmt werden können.

ANMERKUNG Anhang A enthält zusätzliche Empfehlungen für die Anwendung rechnergestützter Zugprüfmaschinen.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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).

ISO 7500-1, *Metallic materials — Verification of static uniaxial testing machines — Part 1: Tension/compression testing machines — Verification and calibration of the force-measuring system*<sup>N1)</sup>

ISO 9513, *Metallic materials — Calibration of extensometer systems used in uniaxial testing*

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG Im Folgenden werden die Benennungen „Kraft“ und „Spannung“ bzw. „Verlängerung (der Extensometer-Messlänge)“ und „Extensometer-Dehnung“ an unterschiedlichen Stellen verwendet (siehe Achsenbezeichnungen in Bildern oder Erklärungen zur Bestimmung verschiedener Kennwerte). Für die grundsätzliche Beschreibung oder den Punkt in einer Kurve können die Benennungen „Kraft“ und „Spannung“ bzw. „Verlängerung (der Extensometer-Messlänge)“ und „Extensometer-Dehnung“ ausgetauscht werden.

### 3.1

#### Messlänge

$L$

Länge des parallelen Teils der Probe, an dem zu einem beliebigen Zeitpunkt während des Versuchs die Verlängerung gemessen wird

#### 3.1.1

##### Anfangsmesslänge

$L_0$

Länge zwischen den Marken zur Kennzeichnung der *Messlänge* (3.1) auf der Probe, die vor dem Versuch bei Raumtemperatur gemessen wird

#### 3.1.2

##### Messlänge nach dem Bruch

$L_u$

Länge zwischen den Marken zur Kennzeichnung der *Messlänge* (3.1) auf der Probe, die nach dem Bruch bei Raumtemperatur gemessen wird, nachdem die beiden Probenbruchstücke sorgfältig so zusammengefügt wurden, dass ihre Achsen in einer Geraden liegen

---

N1) Nationale Fußnote: In der Referenzfassung wurde der alte Titel der Norm angegeben. Der neue englische Titel lautet: *Metallic materials — Calibration and verification of static uniaxial testing machines — Part 1: Tension/compression testing machines — Calibration and verification of the force-measuring system*

### 3.2 parallele Länge

$L_c$

Länge des parallelen reduzierten Querschnitts der Probe

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei unbearbeiteten Proben tritt an die Stelle der parallelen Länge der Abstand zwischen den Einspannungen.

### 3.3 Verlängerung

Zunahme der *Anfangsmesslänge* (3.1.1) zu einem beliebigen Zeitpunkt während des Versuchs

### 3.4 Dehnung

Verlängerung, angegeben in Prozent, bezogen auf die *Anfangsmesslänge* (3.1.1)

#### 3.4.1 bleibende Dehnung

Zunahme der *Anfangsmesslänge* (3.1.1) einer Probe nach Wegnahme einer festgelegten Zugspannung, angegeben in Prozent, bezogen auf die Anfangsmesslänge

#### 3.4.2 Bruchdehnung

$A$

bleibende Verlängerung der Messlänge nach dem Bruch ( $L_u - L_0$ ), angegeben in Prozent, bezogen auf die *Anfangsmesslänge* (3.1.1)

Anmerkung 1 zum Begriff: Für weitere Informationen siehe 8.1.

### 3.5 Extensometer-Messlänge

$L_e$

Anfangsmesslänge einer Längenmesseinrichtung (Extensometer), die zum Messen der Verlängerung benutzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Für weitere Informationen siehe 8.3.

### 3.6 Verlängerung (der Extensometer-Messlänge)

Zunahme der *Extensometer-Messlänge* (3.5) zu einem beliebigen Zeitpunkt des Versuchs

#### 3.6.1 Extensometer-Dehnung

$e$

in Prozent angegebene Verlängerung der *Extensometer-Messlänge* (3.5)

Anmerkung 1 zum Begriff:  $e$  wird oftmals auch technische Dehnung bezeichnet.

#### 3.6.2 bleibende Extensometer-Dehnung

Vergrößerung der Extensometer-Messlänge nach Wegnahme einer festgelegten, auf die Probe aufgebrachten Zugspannung, angegeben in Prozent, bezogen auf die *Extensometer-Messlänge* (3.5)

### 3.6.3

#### **Streckgrenzen-Extensometer-Dehnung**

 $A_e$ 

bei Werkstoffen, die ein diskontinuierliches Fließen zeigen, die Verlängerung der Extensometer-Messlänge zwischen dem Beginn örtlichen Fließens und dem Einsetzen gleichmäßiger Verfestigung, angegeben in Prozent, bezogen auf die *Extensometer-Messlänge* (3.5)

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 7.

### 3.6.4

#### **gesamte Extensometer-Dehnung bei Höchstkraft**

 $A_{gt}$ 

gesamte Verlängerung (elastische plus plastische Verlängerung) der Extensometer-Messlänge bei Höchstkraft, angegeben in Prozent, bezogen auf die *Extensometer-Messlänge* (3.5)

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

### 3.6.5

#### **plastische Extensometer-Dehnung bei Höchstkraft**

 $A_g$ 

plastische Verlängerung der Extensometer-Messlänge bei Höchstkraft, angegeben in Prozent, bezogen auf die *Extensometer-Messlänge* (3.5)

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

### 3.6.6

#### **gesamte Extensometer-Dehnung beim Bruch**

 $A_t$ 

gesamte Verlängerung (elastische plus plastische Verlängerung) der Extensometer-Messlänge beim Bruch, angegeben in Prozent, bezogen auf die *Extensometer-Messlänge* (3.5)

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

## 3.7

### **Prüfgeschwindigkeit**

#### 3.7.1

##### **Dehngeschwindigkeit**

 $\dot{\epsilon}_{L_e}$ 

Zunahme der mit einem Extensometer in der *Extensometer-Messlänge* (3.5) gemessenen Dehnung je Zeiteinheit

#### 3.7.2

##### **abgeschätzte Dehngeschwindigkeit über die parallele Länge**

 $\dot{\epsilon}_{L_c}$ 

Zunahme der Dehnung über die *parallele Länge* (3.2) der Probe je Zeiteinheit, basierend auf der *Traversengeschwindigkeit* (3.7.3) und der parallelen Länge der Probe

#### 3.7.3

##### **Traversengeschwindigkeit**

 $v_c$ 

Traversenweg je Zeiteinheit

### 3.7.4

#### Spannungsgeschwindigkeit

$\dot{R}$

Zunahme der Spannung je Zeiteinheit

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Spannungsgeschwindigkeit wird nur im elastischen Bereich des Versuchs (Verfahren B) verwendet (siehe auch 10.3.3).

### 3.8

#### Brucheinschnürung

$Z$

größte während des Versuchs aufgetretene Änderung des Querschnitts ( $S_o - S_u$ ), angegeben in Prozent, bezogen auf den Anfangsquerschnitt  $S_o$ :

$$Z = \frac{S_o - S_u}{S_o} \times 100$$

### 3.9 Höchstkraft

#### 3.9.1

##### Höchstkraft

$F_m$

<für Werkstoffe, die kein diskontinuierliches Fließen zeigen> größte Kraft, der die Probe während des Versuchs standhält

#### 3.9.2

##### Höchstkraft

$F_m$

<für Werkstoffe, die ein diskontinuierliches Fließen zeigen> größte Kraft, der die Probe während des Versuchs nach dem Beginn der Verfestigung standhält

Anmerkung 1 zum Begriff: Für Werkstoffe, die ein diskontinuierliches Fließen zeigen, aber keine Verfestigung erzielt werden kann, ist  $F_m$  nicht in diesem Teil der ISO 6892 definiert [siehe Fußnote zu Bild 8 c)].

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 8 a) und Bild 8 b).

### 3.10

#### Spannung

$R$

Kraft zu einem beliebigen Zeitpunkt während des Versuchs dividiert durch den Anfangsquerschnitt ( $S_o$ ) der Probe

Anmerkung 1 zum Begriff: Mit dem Begriff Spannung ist in diesem Teil der ISO 6892 die Ingenieur-Spannung (technische Spannung) gemeint.

#### 3.10.1

##### Zugfestigkeit

$R_m$

Spannung, die der *Höchstkraft* (3.9.2) entspricht

#### 3.10.2

##### Streckgrenze

wenn der metallische Werkstoff diese Eigenschaft aufweist, erfolgt zu einem bestimmten Zeitpunkt während des Versuchs eine plastische Verformung ohne Zunahme der Kraft

### 3.10.2.1

#### obere Streckgrenze

$R_{eH}$

höchste *Spannung* (3.10), bevor der erste deutliche Kraftabfall auftritt

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2.

### 3.10.2.2

#### untere Streckgrenze

$R_{eL}$

kleinste *Spannung* (3.10) während des plastischen Fließens, wobei Einschwingerscheinungen nicht berücksichtigt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2.

### 3.10.3

#### Dehngrenze bei plastischer Extensometer-Dehnung

$R_p$

Spannung, bei der die plastische Extensometer-Dehnung einem vorgegebenen Prozentanteil der *Extensometer-Messlänge* (3.5) entspricht

Anmerkung 1 zum Begriff: „Dehngrenze bei nicht proportionaler Extensometer-Dehnung“ nach ISO/TR 25679:2005.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Index wird durch den Zahlenwert ergänzt, der den vorgegebenen Zahlenwert der plastischen Extensometer-Dehnung in Prozent angibt, z. B.  $R_{p0,2}$ .

Anmerkung 3 zum Begriff: Siehe Bild 3.

### 3.10.4

#### Dehngrenze bei gesamter Extensometer-Dehnung

$R_t$

Spannung, bei der die gesamte Extensometer-Dehnung (elastische und plastische Extensometer-Dehnung) einem vorgegebenen Prozentanteil der *Extensometer-Messlänge* (3.5) entspricht

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Index wird durch den Zahlenwert ergänzt, der den vorgegebenen Zahlenwert der gesamten Extensometer-Dehnung in Prozent angibt, z. B.  $R_{t0,5}$ .

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 4.

### 3.10.5

#### Grenzwert der Spannung für eine vorgegebene bleibende Dehnung

$R_r$

Spannung, bei der nach Wegnahme der Kraft eine vorgegebene bleibende Dehnung oder Extensometer-Dehnung, angegeben jeweils als Prozentanteil der *Anfangsmesslänge* (3.1.1) oder der *Extensometer-Messlänge* (3.5), nicht überschritten wurde

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Index wird durch den Zahlenwert ergänzt, der den vorgegebenen Prozentanteil der Anfangsmesslänge  $L_0$  oder der Extensometer-Messlänge  $L_e$  angibt, z. B.  $R_{r0,2}$ .

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 5.

### 3.11

#### Bruch

Zustand, wenn die Probe vollständig geteilt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Kriterien für den Bruch beim rechnergesteuerten Versuch sind in Bild A.2 dargestellt.

### 3.12

#### rechnergestützte Zugprüfmaschinen

Maschine, bei der die Regelung und Überwachung des Versuches, die Messungen und die Datenverarbeitung von einem Computer durchgeführt werden

### 3.13

#### Elastizitätsmodul

$E$

Quotient der Änderung der Spannung  $\Delta R$  und Änderung der prozentualen Dehnung  $\Delta e$  in dem untersuchten Bereich multipliziert mit 100 %

$$E = \frac{\Delta R}{\Delta e} \cdot 100 \%$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Es wird empfohlen, den Wert in GPa, gerundet auf 0,1 GPa, und nach ISO 80000-1 anzugeben.

### 3.14

#### Vorgabewerte

unterer oder oberer Wert für die Spannung beziehungsweise Dehnung, der für die Beschreibung des Bereichs, in dem der Elastizitätsmodul berechnet wird, benutzt wird

### 3.15

#### Korrelationskoeffizient

$R^2$  N2)

zusätzliches Ergebnis der linearen Regression, welches die Qualität der Spannungs-Dehnungskurve in dem untersuchten Bereich beschreibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Das verwendete Symbol  $R^2$  ist eine mathematische Darstellung der Regression und ist kein Ausdruck für einen quadrierten Spannungswert.

### 3.16

#### Standardabweichung der Steigung

$S_m$

zusätzliches Ergebnis der linearen Regression, welches den Unterschied der Spannungswerte von der Ausgleichsgeraden für die gegebenen Dehnungswerte in dem untersuchten Bereich beschreibt

### 3.17

#### relative Standardabweichung der Steigung

$S_{m(rel)}$

Quotient der Standardabweichung der Steigung und der Steigung im untersuchten Bereich multipliziert mit 100 %

$$S_{m(rel)} = \frac{S_m}{E} \cdot 100 \%$$

---

N2) Nationale Fußnote: Der Parameter  $R^2$  ist in der Referenzfassung nicht korrekt benannt worden. Das  $R^2$  ist nicht der Korrelationskoeffizient (en: coefficient of correlation) einer Regression, sondern das Bestimmtheitsmaß (en: coefficient of determination).

## 4 Formelzeichen

Die Formelzeichen, die in diesem Teil von ISO 6892 verwendet werden, sind in Tabelle 1 aufgeführt.

**Tabelle 1 — Formelzeichen und Benennungen**

| Formelzeichen  | Einheit         | Benennung                                                                                                                                                  |
|----------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Probe</b>   |                 |                                                                                                                                                            |
| $a_o, T^a$     | mm              | (Anfangs-)Dicke einer Flachprobe oder Wanddicke eines Rohres                                                                                               |
| $b_o$          | mm              | (Anfangs-)Breite einer Flachprobe in der parallelen Länge oder mittlere Breite einer Rohrstreifenprobe oder eines Profildrahtes                            |
| $d_o$          | mm              | (Anfangs-)Probendurchmesser in der parallelen Länge einer Rundprobe oder Durchmesser eines Drahtes mit Kreisquerschnitt oder Innendurchmesser eines Rohres |
| $D_o$          | mm              | (Anfangs-)Außendurchmesser eines Rohres                                                                                                                    |
| $L_o$          | mm              | Anfangsmesslänge                                                                                                                                           |
| $L'_o$         | mm              | Anfangsmesslänge zur Bestimmung von $A_{wn}$ (siehe Anhang J)                                                                                              |
| $L_c$          | mm              | parallele Länge                                                                                                                                            |
| $L_e$          | mm              | Extensometer-Messlänge                                                                                                                                     |
| $L_t$          | mm              | Gesamtlänge der Probe                                                                                                                                      |
| $L_u$          | mm              | Messlänge nach dem Bruch                                                                                                                                   |
| $L'_u$         | mm              | Messlänge nach dem Bruch zur Bestimmung von $A_{wn}$ (siehe Anhang J)                                                                                      |
| $S_o$          | mm <sup>2</sup> | Anfangsquerschnitt innerhalb der parallelen Länge                                                                                                          |
| $S_u$          | mm <sup>2</sup> | kleinster Probenquerschnitt nach dem Bruch                                                                                                                 |
| $k$            | —               | Proportionalitätsfaktor (siehe 6.1.1)                                                                                                                      |
| $Z$            | %               | Brucheinschnürung                                                                                                                                          |
| <b>Dehnung</b> |                 |                                                                                                                                                            |
| $A$            | %               | Bruchdehnung (siehe 3.4.2)                                                                                                                                 |
| $A_{wn}$       | %               | prozentuale plastische Dehnung ohne Einschnürung (Gleichmaßdehnung) (siehe Anhang J)                                                                       |

Tabelle 1 (fortgesetzt)

| Extensometer-Dehnung                      |               |                                                                     |
|-------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------|
| $e$                                       | %             | Extensometer-Dehnung                                                |
| $A_e$                                     | %             | Streckgrenzen-Extensometer-Dehnung                                  |
| $A_g$                                     | %             | plastische Extensometer-Dehnung bei Höchstkraft $F_m$               |
| $A_{gt}$                                  | %             | gesamte Extensometer-Dehnung bei Höchstkraft $F_m$                  |
| $A_t$                                     | %             | gesamte Extensometer-Dehnung beim Bruch                             |
| $\Delta L_m$                              | mm            | (gesamte) Verlängerung (der Extensometer-Messlänge) bei Höchstkraft |
| $\Delta L_f$                              | mm            | (gesamte) Verlängerung (der Extensometer-Messlänge) beim Bruch      |
| Geschwindigkeiten                         |               |                                                                     |
| $\dot{e}_{L_e}$                           | $s^{-1}$      | Dehngeschwindigkeit                                                 |
| $\dot{e}_{L_c}$                           | $s^{-1}$      | abgeschätzte Dehngeschwindigkeit über die parallele Länge           |
| $\dot{R}$                                 | $MPa\ s^{-1}$ | Spannungsgeschwindigkeit                                            |
| $v_c$                                     | $mm\ s^{-1}$  | Traversengeschwindigkeit                                            |
| Kraft                                     |               |                                                                     |
| $F_m$                                     | N             | Höchstkraft                                                         |
| Streckgrenze — Dehngrenze — Zugfestigkeit |               |                                                                     |
| $R$                                       | $MPa^b$       | Spannung                                                            |
| $R_{eH}$                                  | MPa           | obere Streckgrenze                                                  |
| $R_{eL}$                                  | MPa           | untere Streckgrenze                                                 |
| $R_m$                                     | MPa           | Zugfestigkeit                                                       |
| $R_p$                                     | MPa           | Dehngrenze bei plastischer Extensometer-Dehnung                     |
| $R_r$                                     | MPa           | Grenzwert der Spannung für eine vorgegebene bleibende Dehnung       |
| $R_t$                                     | MPa           | Dehngrenze bei gesamter Extensometer-Dehnung                        |

**Tabelle 1** (fortgesetzt)

| Elastizitätsmodul — Steigung der Spannung/Extensometer-Dehnung-Kurve                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| $E$                                                                                    | GPa                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Elastizitätsmodul (E-Modul) <sup>c</sup>                                                     |
| $m$                                                                                    | MPa                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Steigung der Spannung/Extensometer-Dehnung-Kurve zu einem bestimmten Zeitpunkt des Versuches |
| $m_E$                                                                                  | MPa                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Steigung des elastischen Teils der Spannung/Extensometer-Dehnung-Kurve <sup>d</sup>          |
| $R_1$                                                                                  | MPa                                                                                                                                                                                                                                                                                              | unterer Spannungswert                                                                        |
| $R_2$                                                                                  | MPa                                                                                                                                                                                                                                                                                              | oberer Spannungswert                                                                         |
| $e_1$                                                                                  | %                                                                                                                                                                                                                                                                                                | unterer Dehnungswert                                                                         |
| $e_2$                                                                                  | %                                                                                                                                                                                                                                                                                                | oberer Dehnungswert                                                                          |
| $R^2$                                                                                  | —                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Korrelationskoeffizient                                                                      |
| $S_m$                                                                                  | MPa                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Standardabweichung der Steigung                                                              |
| $S_{m(rel)}$                                                                           | %                                                                                                                                                                                                                                                                                                | relative Standardabweichung der Steigung                                                     |
| <b>ACHTUNG — Bei Verwendung von Werten in Prozent ist der Faktor 100 erforderlich.</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                              |
| <sup>a</sup>                                                                           | Dieses Formelzeichen wird auch in Produktnormen für Stahlrohre angewendet.                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                              |
| <sup>b</sup>                                                                           | 1 MPa = 1 Nmm <sup>-2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                              |
| <sup>c</sup>                                                                           | Die Berechnung des Elastizitätsmoduls wird in Anhang G beschrieben. Es ist nicht notwendig, den Anhang G zur Bestimmung der Steigung des elastischen Teils der Spannung/Extensometer-Dehnung-Kurve für die Bestimmung der Dehngrenze zu verwenden.                                               |                                                                                              |
| <sup>d</sup>                                                                           | Der Wert der Steigung des elastischen Teils der Spannung/Extensometer-Dehnung-Kurve braucht nicht notwendigerweise mit dem Elastizitätsmodul übereinstimmen. Beim Vorliegen von optimalen Prüfbedingungen (siehe Anhang G) kann dieser Wert dem des Elastizitätsmoduls jedoch recht nahe kommen. |                                                                                              |

## 5 Kurzbeschreibung

Der Versuch besteht darin, eine Probe durch eine Zugbeanspruchung im Allgemeinen bis zum Bruch zu dehnen, um eine oder mehrere der in Abschnitt 3 definierten mechanischen Kennwerte zu bestimmen.

Sofern nicht anders festgelegt, muss der Versuch bei Raumtemperatur zwischen 10 °C und 35 °C durchgeführt werden. Bei Laborumgebungen außerhalb der festgelegten Bedingungen liegt es in der Verantwortung des Prüflabors, die Auswirkungen dieser Umgebungsbedingungen auf die Prüf- und/oder Kalibrierdaten zu bewerten, die mit und für die Prüfmaschinen, die in diesen Umgebungen verwendet wurden, erstellt wurden. Wenn die Prüfung und Kalibrierung außerhalb der empfohlenen Temperaturgrenzen von 10 °C und 35 °C durchgeführt werden, ist die Temperatur aufzuzeichnen und anzugeben. Wenn signifikante Temperaturgradienten während der Prüfung und/oder Kalibrierung vorhanden sind, kann die Messunsicherheit zunehmen. Darüber hinaus können weitere Prüfbedingungen außerhalb der Toleranzen liegen.

Versuche unter kontrollierten Bedingungen müssen bei einer Temperatur von  $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$  durchgeführt werden.

Wenn die Bestimmung des Elastizitätsmoduls im Zugversuch gefordert wird, dann muss diese in Übereinstimmung mit Anhang G geschehen.

## 6 Proben

### 6.1 Form und Maße

#### 6.1.1 Allgemeines

Form und Maße der Proben können von der Form und den Maßen der Erzeugnisse aus metallischen Werkstoffen abhängen, von denen Proben entnommen werden.

Die Probe wird üblicherweise aus dem Erzeugnis oder einem gepressten oder gegossenen Rohteil herausgearbeitet. Erzeugnisse mit gleichbleibendem Querschnitt (Profile, Stäbe, Drähte usw.) sowie gegossene Probestücke (z. B. Gusseisen, Nichteisen-Legierungen) dürfen ohne Bearbeitung geprüft werden.

Der Probenquerschnitt darf kreisförmig, quadratisch, rechteckig oder ringförmig sein oder in besonderen Fällen auch einen anderen einheitlichen Querschnitt haben.

Die zu bevorzugenden Proben besitzen ein Verhältnis von Anfangsmesslänge  $L_0$  zum Anfangsquerschnitt  $S_0$ , welches durch die Gleichung  $L_0 = k\sqrt{S_0}$  ausgedrückt wird, wobei  $k$  ein Proportionalitätsfaktor ist. Diese Proben werden als proportionale Proben bezeichnet. Der international festgelegte Wert für  $k$  ist 5,65. Die Anfangsmesslänge darf nicht kleiner als 15 mm sein. Wenn der Probenquerschnitt zu klein ist, um diese Bedingung bei  $k = 5,65$  zu erfüllen, darf ein größerer Faktor (vorzugsweise  $k = 11,3$ ) vorgesehen oder eine nichtproportionale Probe angewendet werden.

**ANMERKUNG** Bei Verwendung von kleineren Anfangsmesslängen als 20 mm erhöht sich die Unsicherheit des Kennwertes „Bruchdehnung“.

Bei nichtproportionalen Proben ist die Anfangsmesslänge  $L_0$  unabhängig vom Anfangsquerschnitt  $S_0$ .

Die Maße und Toleranzen der Proben müssen den Angaben in den Anhängen B bis E entsprechen (siehe 6.2).

Weitere Proben, wie die in entsprechenden Produktnormen oder nationalen Normen festgelegten, dürfen in Abstimmung mit dem Vertragspartner verwendet werden, z. B. ISO 3183 [1], (API 5L), ISO 11960 [2] (API 5CT), ASTM A370 [6], ASTM E8M [7], DIN 50125 [10], IACS W2 [13] und JIS Z2241 [14].

#### 6.1.2 Bearbeitete Proben

Bearbeitete Proben müssen einen stetigen Übergangsradius zwischen den Probenköpfen und der parallelen Länge haben, wenn deren Querschnitte unterschiedlich sind. Die Größe des zugehörigen Übergangsradius ist wichtig und es wird empfohlen, ihn in der Werkstoffspezifikation festzulegen, falls er nicht im entsprechenden Anhang aufgeführt ist (siehe 6.2).

Die Form der Probenköpfe darf beliebig sein und ist der Spanneinrichtung der Zugprüfmaschine entsprechend anzupassen. Die Längsachse der Probe muss mit der Kraftwirkungslinie übereinstimmen.

Die parallele Länge  $L_c$  muss immer größer sein als die Anfangsmesslänge  $L_0$ . Bei Proben ohne Übergangsradien muss die freie Länge zwischen den Einspannungen immer größer sein als die Anfangsmesslänge  $L_0$ .

#### 6.1.3 Unbearbeitete Proben

Wenn die Probe aus einem unbearbeiteten Erzeugnisabschnitt oder aus einem unbearbeiteten Probestück besteht, muss die freie Länge zwischen den Einspannungen so groß sein, dass alle Messmarken in ausreichendem Abstand von diesen Einspannungen angebracht werden können (siehe Anhänge B bis E).

Gegossene Proben müssen einen Übergangsradius zwischen den Probenköpfen und der parallelen Länge haben. Die Größe dieses Übergangsradius ist wichtig und es wird empfohlen, dass er in der Produktnorm festgelegt wird. Die Form der Probenköpfe darf beliebig sein und ist der Spanneinrichtung der Zugprüfmaschine entsprechend anzupassen unter der Voraussetzung, dass die Mittellinie der Probe und die Kraftwirkungslinie übereinstimmen. Die parallele Länge  $L_c$  muss immer größer als die Anfangsmesslänge  $L_0$  sein.

## 6.2 Arten

Die gebräuchlichsten Probenarten sind in den Anhängen B bis E für die verschiedenen Erzeugnisformen nach Tabelle 2 beschrieben. Andere Probenarten können in Produktnormen festgelegt sein.

**Tabelle 2 — Gebräuchliche Probenarten und Erzeugnisformen**

Maße in Millimeter

| Erzeugnisformen                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                         | Entsprechender Anhang |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Feinblech — Grobblech — Flachstäbe                                                | Draht — Stäbe — Profile                                                                                                                                                                                                                                 |                       |
|  |    |                       |
| Dicke<br>$a$                                                                      | Durchmesser oder Seitenlänge                                                                                                                                                                                                                            |                       |
| $0,1 \leq a < 3$                                                                  | —                                                                                                                                                                                                                                                       | B                     |
| —                                                                                 | $< 4$                                                                                                                                                                                                                                                   | C                     |
| $a \geq 3$                                                                        | $\geq 4$                                                                                                                                                                                                                                                | D                     |
| Rohre                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                         | E                     |

## 6.3 Herstellung der Proben

Die Proben müssen entsprechend den Anforderungen der Internationalen Normen für die unterschiedlichen Werkstoffe entnommen und hergestellt werden (z. B. ISO 377).

## 7 Bestimmung des Anfangsquerschnitts

Die relevanten Maße der Probe sollten an mehreren Querschnittsebenen rechtwinklig zur Längsachse im mittleren Bereich der parallelen Länge der Probe gemessen werden.

Empfohlen werden Messungen an mindestens drei Querschnittsebenen.

Als Anfangsquerschnitt  $S_0$  wird der mittlere Querschnitt verwendet. Er ist aus den Messwerten der entsprechenden Maße zu berechnen.

Die Genauigkeit dieser Bestimmung hängt von der Beschaffenheit und der Probenart ab. In den Anhängen B bis E sind Verfahren zur Bestimmung von  $S_0$  für verschiedene Probenarten beschrieben und Festlegungen über die Messgenauigkeit enthalten.

Alle zur Bestimmung des Anfangsquerschnittes benutzen Messgeräte müssen mit entsprechenden Normalen kalibriert sein, die auf nationale Normale rückführbar sind.

## 8 Anfangsmesslänge und Extensometer-Messlänge

### 8.1 Festlegung der Anfangsmesslänge

Ist bei einer proportionalen Probe die Anfangsmesslänge nicht gleich  $5,65\sqrt{S_0}$ , wobei  $S_0$  der Anfangsquerschnitt innerhalb der parallelen Länge ist, sollte das Formelzeichen  $A$  durch einen Index ergänzt werden, der den zugrunde liegenden Proportionalitätsfaktor angibt, wobei z. B.  $A_{11,3}$  die Dehnung der Anfangsmesslänge  $L_0$  entsprechend Gleichung (1) angibt:

$$A_{11,3} = 11,3\sqrt{S_0} \quad (1)$$

ANMERKUNG  $5,65\sqrt{S_0} = 5\sqrt{4S_0/\pi}$

Bei nichtproportionalen Proben (siehe Anhang B) sollte das Formelzeichen  $A$  durch einen Index ergänzt werden, der die zugrunde liegende Anfangsmesslänge in Millimeter angibt, wobei z. B.  $A_{80\text{ mm}}$  die Dehnung einer Anfangsmesslänge  $L_0$  von 80 mm angibt.

### 8.2 Kennzeichnung der Anfangsmesslänge

Zur manuellen Bestimmung der Bruchdehnung  $A$  muss die Anfangsmesslänge  $L_0$  durch feine Messmarken, Farbstriche oder Einprägungen gekennzeichnet werden, wobei diese Marken nicht zu einem vorzeitigen Bruch führen dürfen. Die Anfangsmesslänge ist mit einer Unsicherheit von höchstens  $\pm 1\%$  zu kennzeichnen.

Bei proportionalen Proben darf der berechnete Wert der Anfangsmesslänge auf das nächste Vielfache von 5 mm gerundet werden, sofern der Unterschied zwischen der berechneten und der gekennzeichneten Anfangsmesslänge weniger als 10 % von  $L_0$  beträgt.

Überschreitet die parallele Länge  $L_c$  die Anfangsmesslänge beträchtlich, z. B. bei unbearbeiteten Proben, darf eine Reihe von sich überlappenden Anfangsmesslängen markiert werden.

In manchen Fällen kann es vorteilhaft sein, eine Parallele zur Längsachse der Probe zu zeichnen, auf der die Messmarken aufgetragen werden.

### 8.3 Festlegung der Extensometer-Messlänge

Zur Messung von Streck- und Dehngrenzenparametern sollte die Extensometer-Messlänge  $L_e$  den größten Teil der parallelen Länge erfassen. Idealerweise sollte  $L_e$  größer als der Minimalwert  $0,50 L_0$ , aber nicht größer als etwa  $0,9 L_c$  sein. Dieses sollte sicherstellen, dass das Extensometer alle in der Probe vorkommenden Fließeffekte erfasst. Weiterhin sollte  $L_e$  ungefähr gleich  $L_0$  sein, wenn Kennwerte „bei“ oder „nach Erreichen“ der Höchstkraft bestimmt werden.

## 9 Genauigkeit der Prüfeinrichtungen

Die Kraftmesseinrichtung der Zugprüfmaschine muss mindestens der Klasse 1 nach ISO 7500-1 entsprechen.

Zur Bestimmung der Dehngrenzen (plastische oder gesamte Extensometer-Dehnung) muss die Längenänderungs-Messeinrichtung im relevanten Bereich mindestens der Klasse 1 nach ISO 9513 entsprechen. Für die Bestimmung anderer Kennwerte (mit Extensometer-Dehnungen größer als 5 %) darf im relevanten Bereich eine Längenänderungs-Messeinrichtung der Klasse 2 nach ISO 9513 benutzt werden.

## 10 Prüfbedingungen

### 10.1 Einstellung des Kraftnullpunktes

Nach der Komplettierung des Kraftstranges, aber vor der Einspannung der Probe an beiden Enden ist das Kraftmesssystem auf null zu stellen. Nachdem die Kraft auf null gestellt wurde, darf das Kraftmesssystem während des Versuchs nicht in irgendeiner Weise mehr verändert werden.

**ANMERKUNG** Durch Anwendung dieses Verfahrens wird sichergestellt, dass einerseits die Masse des Einspannsystems in der Kraftmessung kompensiert ist und andererseits eine durch das Einspannen der Probe bedingte Kraft die Messung nicht beeinflusst.

### 10.2 Einspannverfahren

Die Proben müssen mit geeigneten Einrichtungen, z. B. Keilspannzeugen, Gewindestücken, Parallelspannzeugen oder Schulterhalterungen eingespannt werden.

Dabei sollte alles darangesetzt werden, die Proben so einzuspannen, dass die Kraft so axial wie möglich wirkt, um den Biegeeinfluss zu minimieren (weitere Informationen siehe z. B. ASTM E1012 [8]). Dies ist besonders beim Zugversuch an spröden Werkstoffen wichtig oder bei der Bestimmung der Dehngrenze bei plastischer Extensometer-Dehnung oder der Dehngrenze bei gesamter Extensometer-Dehnung oder bei der Bestimmung der Streckgrenze.

Um ein Ausrichten der Probe in der Einspannvorrichtung zu erreichen, darf eine Vorkraft aufgebracht werden, die 5 % des spezifizierten oder zu erwartenden Streckgrenzenwertes nicht überschreitet. Eine Korrektur der Dehnung sollte unter Berücksichtigung der Vorkraft vorgenommen werden.

### 10.3 Prüfgeschwindigkeiten

#### 10.3.1 Allgemeine Informationen zu den Prüfgeschwindigkeiten

Wenn nicht anders festgelegt, unterliegt die Wahl des Verfahrens (A1, A2 oder B) und der Prüfgeschwindigkeiten dem Hersteller oder dem von ihm beauftragten Prüflabor, vorausgesetzt, die Festlegungen dieses Teils von ISO 6892 werden eingehalten.

**ANMERKUNG 1** Der Unterschied zwischen Verfahren A und Verfahren B besteht darin, dass die notwendige Prüfgeschwindigkeit bei Verfahren A beim interessierenden Punkt, an dem der Kennwert, z. B.  $R_{p0,2}$ , bestimmt werden soll, definiert ist, wohingegen bei Verfahren B die notwendige Prüfgeschwindigkeit im elastischen Bereich, d. h. bevor der Kennwert (z. B.  $R_{p0,2}$ ) bestimmt werden soll, eingestellt wird.

**ANMERKUNG 2** Bei Verwendung von Verfahren B kann unter bestimmten Bedingungen (so z. B. für einige Stähle bei einer Spannungsgeschwindigkeit im elastischen Bereich von in etwa 30 MPa/s, bei Verwendung einer Prüfmaschine und eines Einspannsystems mit hoher Steifigkeit und einer Probengeometrie nach Anhang B, Tabelle B.1, Probenform 2) eine Dehngeschwindigkeit nahe des Bereichs 2 von Verfahren A beobachtet werden.

**ANMERKUNG 3** In Produktnormen und einschlägigen Prüfnormen (z. B. Luftfahrtnormen) können Prüfgeschwindigkeiten festgelegt sein, die von denen in dieser Norm abweichen.

#### 10.3.2 Prüfgeschwindigkeit basierend auf Dehngeschwindigkeit (Verfahren A)

##### 10.3.2.1 Allgemeines

Mit Verfahren A ist beabsichtigt, Unterschiede in den Prüfgeschwindigkeiten in den Bereichen der Kennwertbestimmung, insbesondere bei dehngeschwindigkeitsabhängigen Kennwerten, zu minimieren und die Messunsicherheit der Prüfergebnisse zu minimieren.

Zwei unterschiedliche Arten der Dehngeschwindigkeitsregelung sind in diesem Unterabschnitt beschrieben.

- Verfahren A1 „geschlossener Regelkreis“ (en: closed loop) bezeichnet die Regelung der Dehngeschwindigkeit  $\dot{\epsilon}_{L_e}$ , die auf dem Signal des Dehnungsaufnehmers basiert.
- Verfahren A2 „offener Regelkreis“ (en: open loop) bezeichnet die Regelung der abgeschätzten Dehngeschwindigkeit über die parallele Länge  $\dot{\epsilon}_{L_c}$ , die durch Verwendung einer Traversengeschwindigkeit entsprechend dem Produkt aus der gewünschten Dehngeschwindigkeit und der parallelen Länge realisiert wird [siehe Gleichung (2)].

ANMERKUNG Eine präzisere Dehngeschwindigkeitsabschätzung für Verfahren A2 wird in Anhang F beschrieben.

Wenn das Material kein inhomogenes Fließen zeigt und die Kraft dabei nahezu konstant bleibt, sind die Dehngeschwindigkeit  $\dot{\epsilon}_{L_e}$  und die abgeschätzte Dehngeschwindigkeit über die parallele Länge  $\dot{\epsilon}_{L_c}$  nahezu gleich. Unterschiede bestehen, wenn das Material inhomogenes oder „gezacktes“ Fließen zeigt (z. B. wie bei einigen Stählen und Al-Mg-Legierungen im Bereich der Streckgrenzdehnung oder Materialien, die „gezacktes Fließen“ durch den Portevin-Le-Chatelier-Effekt zeigen) oder wenn die Probe einschnürt. Wenn die Kraft zunimmt, kann die Dehngeschwindigkeit [wenn die Traversengeschwindigkeit nach Gleichung (2) berechnet wurde] bedingt durch die Nachgiebigkeit der Prüfmaschine niedriger sein als die gewünschte Dehngeschwindigkeit.

Die Prüfgeschwindigkeit muss die folgenden Anforderungen erfüllen:

- a) Wenn nicht anders festgelegt, darf jede geeignete Prüfgeschwindigkeit bis zu einer Spannung verwendet werden, die der Hälfte der erwarteten Streckgrenze entspricht. Oberhalb dieses Bereiches und zur Bestimmung von  $R_{eH}$ ,  $R_p$  oder  $R_t$  ist die festgelegte Dehngeschwindigkeit  $\dot{\epsilon}_{L_e}$  (oder für Verfahren A2 die Traversengeschwindigkeit  $v_c$ ) zu verwenden.

Um den Einfluss der Nachgiebigkeit der Zugprüfmaschine zu eliminieren und eine genaue Regelung der Dehngeschwindigkeit in diesem Bereich sicherzustellen, ist die Verwendung eines Dehnungsaufnehmers an der Probe notwendig. Bei Prüfmaschinen, die nicht die Dehngeschwindigkeit regeln können, darf das Verfahren A2 angewandt werden.

- b) Im Bereich des inhomogenen Fließens sollte die abgeschätzte Dehngeschwindigkeit über die parallele Länge  $\dot{\epsilon}_{L_c}$  (siehe 3.7.2) verwendet werden. In diesem Bereich ist eine Regelung der Dehngeschwindigkeit mit einem an die Probe angesetzten Dehnungsaufnehmer nicht möglich, da lokales Fließen außerhalb der Extensometer-Messlänge stattfinden kann. Die notwendige abgeschätzte Dehngeschwindigkeit über die parallele Länge kann in diesem Bereich hinreichend genau erreicht werden, indem eine konstante Traversengeschwindigkeit  $v_c$  (siehe 3.7.3) (offener Regelkreis, en: open loop) verwendet wird:

$$v_c = L_c \dot{\epsilon}_{L_c} \quad (2)$$

Dabei ist

$\dot{\epsilon}_{L_c}$  die abgeschätzte Dehngeschwindigkeit über die parallele Länge;

$L_c$  die parallele Länge.

- c) In dem Bereich nach  $R_p$  oder  $R_t$  oder nach Ende des Fließens (siehe 3.7.2) kann  $\dot{\epsilon}_{L_e}$  oder  $\dot{\epsilon}_{L_c}$  verwendet werden. Die Verwendung von  $\dot{\epsilon}_{L_c}$  wird empfohlen, um Regelungsprobleme zu verhindern, die durch lokale Einschnürung außerhalb der Extensometer-Messlänge auftreten können.

Die in 10.3.2.2 bis 10.3.2.4 festgelegten Dehngeschwindigkeiten sind während der Bestimmung der relevanten Kennwerte einzuhalten (siehe auch Bild 9).

Während des Umschaltens auf eine andere Dehngeschwindigkeit oder auf eine andere Regelung sollten keine Unstetigkeiten in der Spannung/Extensometer-Dehnung-Kurve auftreten, welche die Werte für  $R_m$ ,  $A_g$  oder  $A_{gt}$  (siehe Bild 10) beeinflussen. Diese Unstetigkeit kann durch eine sanfte Umschaltung zwischen den Geschwindigkeiten verkleinert werden.

Die Form der Spannung/Extensometer-Dehnung-Kurve kann im Verfestigungsbereich ebenfalls durch die Dehngeschwindigkeit beeinflusst werden. Die verwendete Dehngeschwindigkeit sollte daher dokumentiert werden (siehe 10.3.4).

### 10.3.2.2 Dehngeschwindigkeit zur Bestimmung der oberen Streckgrenze $R_{eH}$ oder der Dehngrenzen $R_p$ und $R_t$

Die Dehngeschwindigkeit  $\dot{\epsilon}_{Le}$  ist so konstant wie möglich bis zu und während der Bestimmung von  $R_{eH}$  oder  $R_p$  oder  $R_t$  zu halten. Während der Bestimmung dieser Kennwerte muss die Dehngeschwindigkeit  $\dot{\epsilon}_{Le}$  in einem der beiden folgenden festgelegten Bereiche liegen (siehe auch Bild 9):

Bereich 1:  $\dot{\epsilon}_{Le} = 0,000\,07\,s^{-1}$  mit einer relativen Toleranz von  $\pm 20\,\%$ .

Bereich 2:  $\dot{\epsilon}_{Le} = 0,000\,25\,s^{-1}$  mit einer relativen Toleranz von  $\pm 20\,\%$  (empfohlen, wenn nicht anders festgelegt).

Wenn die Prüfmaschine nicht in der Lage ist, die Dehngeschwindigkeit direkt zu regeln, muss das Verfahren A2 angewendet werden.

### 10.3.2.3 Dehngeschwindigkeit zur Bestimmung der unteren Streckgrenze $R_{eL}$ und der Streckgrenzen-Extensometer-Dehnung $A_e$

Nach der Bestimmung der oberen Streckgrenze (siehe A.3.2) ist die abgeschätzte Dehngeschwindigkeit über die parallele Länge  $\dot{\epsilon}_{Lc}$  bis zum Ende des diskontinuierlichen Fließens in einem der zwei folgenden festgelegten Bereiche zu halten (siehe Bild 9).

Bereich 2:  $\dot{\epsilon}_{Lc} = 0,000\,25\,s^{-1}$  mit einer relativen Toleranz von  $\pm 20\,\%$  (empfohlen, wenn  $R_{eL}$  zu bestimmen ist).

Bereich 3:  $\dot{\epsilon}_{Lc} = 0,002\,s^{-1}$  mit einer relativen Toleranz von  $\pm 20\,\%$ .

### 10.3.2.4 Dehngeschwindigkeit zur Bestimmung der Zugfestigkeit $R_m$ , der Bruchdehnung $A$ , der gesamten Extensometer-Dehnung bei Höchstkraft $A_{gt}$ , der plastischen Extensometer-Dehnung bei Höchstkraft $A_p$ , und der Brucheinschnürung $Z$

Nach Bestimmung der geforderten Streck-/Dehngrenzen muss die abgeschätzte Dehngeschwindigkeit über die parallele Länge  $\dot{\epsilon}_{Lc}$  in einen der folgenden festgelegten Bereiche verändert werden (siehe Bild 9).

Bereich 2:  $\dot{\epsilon}_{Lc} = 0,000\,25\,s^{-1}$  mit einer relativen Toleranz von  $\pm 20\,\%$ .

Bereich 3:  $\dot{\epsilon}_{Lc} = 0,002\,s^{-1}$  mit einer relativen Toleranz von  $\pm 20\,\%$ .

Bereich 4:  $\dot{\epsilon}_{Lc} = 0,006\,7\,s^{-1}$  mit einer relativen Toleranz von  $\pm 20\,\%$  (entspricht  $0,4\,min^{-1}$  mit einer relativen Toleranz von  $\pm 20\,\%$ ) (empfohlen, wenn nicht anders festgelegt).

Wenn nur die Zugfestigkeit bestimmt wird, darf während des gesamten Versuchs die abgeschätzte Dehngeschwindigkeit über die parallele Länge entsprechend Bereich 3 oder 4 verwendet werden.

### 10.3.3 Prüfgeschwindigkeit basierend auf Spannungsgeschwindigkeit (Verfahren B)

#### 10.3.3.1 Allgemeines

Die Prüfgeschwindigkeiten müssen den folgenden Festlegungen, die vom Werkstoff abhängen, entsprechen. Wenn nicht anders festgelegt, darf jede geeignete Prüfgeschwindigkeit bis zu einer Spannung verwendet werden, die der Hälfte der spezifizierten Streckgrenze entspricht. Die Prüfgeschwindigkeiten oberhalb dieses Punktes sind nachfolgend festgelegt.

**ANMERKUNG** Ziel ist es nicht bei Verfahren B, während der Bestimmung der Streckgrenzen eine konstante Spannungsgeschwindigkeit aufrechtzuerhalten oder die Spannungsgeschwindigkeit im geschlossenen Regelkreis über eine Kraftregelung zu steuern, sondern nur über die Einstellung einer Traversengeschwindigkeit eine definierte Spannungsgeschwindigkeit im elastischen Bereich zu erhalten (siehe Tabelle 3). Wenn eine Probe bei der Prüfung anfängt zu fließen, reduziert sich die Spannungsgeschwindigkeit oder kann sogar negativ werden, wenn die Probe diskontinuierliches Fließen zeigt. Der Versuch, während des Fließens eine konstante Spannungsgeschwindigkeit aufrechtzuerhalten, erfordert von der Prüfmaschine extrem hohe Prüfgeschwindigkeiten. Dieses ist in den meisten Fällen weder praktikabel noch gewünscht.

#### 10.3.3.2 Streck- und Dehngrenzen

##### 10.3.3.2.1 Obere Streckgrenze $R_{eH}$

Die Traversengeschwindigkeit muss so konstant wie möglich und innerhalb der Grenzen gehalten werden, die den in Tabelle 3 angegebenen Spannungsgeschwindigkeiten entsprechen.

**ANMERKUNG** Zur Information: Typische Werkstoffe mit einem Elastizitätsmodul kleiner als 150 000 MPa sind Magnesium, Aluminiumlegierungen, Messing und Titan. Typische Werkstoffe mit einem Elastizitätsmodul größer als 150 000 MPa sind Schmiedeeisen, Stahl, Wolfram und Nickelbasislegierungen.

**Tabelle 3 — Spannungsgeschwindigkeit**

| Elastizitätsmodul des Werkstoffs<br>$E$<br>MPa | Spannungsgeschwindigkeit<br>$\dot{\epsilon}$<br>MPa s <sup>-1</sup> |      |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------|
|                                                | min.                                                                | max. |
|                                                |                                                                     |      |
| < 150 000                                      | 2                                                                   | 20   |
| ≥ 150 000                                      | 6                                                                   | 60   |

##### 10.3.3.2.2 Untere Streckgrenze $R_{eL}$

Wenn nur die untere Streckgrenze zu bestimmen ist, so muss die Dehngeschwindigkeit im Bereich der parallelen Länge während des Fließens zwischen 0,000 25 s<sup>-1</sup> und 0,002 5 s<sup>-1</sup> liegen. Die Dehngeschwindigkeit im Bereich der parallelen Länge ist so konstant wie möglich zu halten. Wenn diese Dehngeschwindigkeit nicht direkt eingestellt werden kann, ist kurz vor dem Fließbeginn die entsprechende Spannungsgeschwindigkeit einzustellen. Diese Einstellung darf nicht mehr verändert werden, bis das Fließen beendet ist.

In keinem Fall darf die Spannungsgeschwindigkeit im elastischen Bereich die in Tabelle 3 angegebenen Höchstwerte übersteigen.

##### 10.3.3.2.3 Obere und untere Streckgrenze $R_{eH}$ und $R_{eL}$

Werden die obere und untere Streckgrenze im selben Versuch bestimmt, gelten die Bedingungen zur Bestimmung der unteren Streckgrenze (siehe 10.3.3.1.2).