

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                    |                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | DIN EN ISO 15630-3 |   |
| ICS 77.140.15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <div>Entwurf</div> | Einsprüche bis 2024-05-15<br>Vorgesehen als Ersatz für<br>DIN EN ISO 15630-3:2020-02 |
| <p><b>Stahl für die Bewehrung und das Vorspannen von Beton –<br/>Prüfverfahren –<br/>Teil 3: Spannstahl (ISO/DIS 15630-3:2024);<br/>Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 15630-3:2024</b></p> <p>Steel for the reinforcement and prestressing of concrete –<br/>Test methods –<br/>Part 3: Prestressing steel (ISO/DIS 15630-3:2024);<br/>German and English version prEN ISO 15630-3:2024</p> <p>Aciers pour l’armature et la précontrainte du béton –<br/>Méthodes d’essai –<br/>Partie 3: Aciers de précontrainte (ISO/DIS 15630-3:2024);<br/>Version allemande et anglaise prEN ISO 15630-3:2024</p> <p><b>Anwendungswarnvermerk</b></p> <p>Dieser Entwurf mit Erscheinungsdatum 2024-03-15 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.</p> <p>Weil das beabsichtigte Dokument von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.</p> <p>Stellungnahmen werden erbeten</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter <a href="http://www.din.de/go/entwuerfe">www.din.de/go/entwuerfe</a> bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter <a href="http://www.entwuerfe.normenbibliothek.de">www.entwuerfe.normenbibliothek.de</a>, sofern dort wiedergegeben;</li><li>– oder als Datei per E-Mail an <a href="mailto:fes@din.de">fes@din.de</a> möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter <a href="http://www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe">www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe</a> oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter <a href="http://www.dke.de/stellungnahme">www.dke.de/stellungnahme</a> abgerufen werden;</li><li>– oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Eisen und Stahl (FES), 40042 Düsseldorf, Postfach 10 51 45 oder Sohnstr. 65, 40237 Düsseldorf.</li></ul> <p>Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.</p> <p>Gesamtumfang 102 Seiten</p> <p>DIN-Normenausschuss Eisen und Stahl (FES)<br/>DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)</p> |                    |                                                                                      |

## Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 15630-3:2024) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 17 „Steel“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 459/SC 4 „Betonstähle und Spannstähle“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 021-00-03 AA „Betonstahl und Spannstahl“ im DIN-Normenausschuss Eisen und Stahl (FES).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

DIN EN ISO 15630 besteht unter dem allgemeinen Titel *Stahl für die Bewehrung und das Vorspannen von Beton — Prüfverfahren* aus den folgenden Teilen:

— Teil 1: *Bewehrungsstäbe, Walzdraht und Draht*

— Teil 2: *Geschweißte Matten und Gitterträger*

— Teil 3: *Spannstahl*

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

|            |       |                   |
|------------|-------|-------------------|
| ISO 439    | siehe | DIN EN ISO 439    |
| ISO 4287   | siehe | DIN EN ISO 4287   |
| ISO 4829-1 | siehe | DIN EN ISO 4829-1 |
| ISO 4829-2 | siehe | DIN EN ISO 4829-2 |
| ISO 4934   | siehe | DIN EN ISO 4934   |
| ISO 4957   | siehe | DIN EN ISO 4957   |
| ISO 4935   | siehe | DIN EN 24935      |
| ISO 4937   | siehe | DIN EN 24937      |
| ISO 4943   | siehe | DIN EN 24943      |
| ISO 4945   | siehe | DIN EN ISO 4945   |
| ISO 4946   | siehe | DIN EN ISO 4946   |
| ISO 4947   | siehe | DIN EN 24947      |
| ISO 7438   | siehe | DIN EN ISO 7438   |
| ISO 6892-1 | siehe | DIN EN ISO 6892-1 |
| ISO 6892-2 | siehe | DIN EN ISO 6892-2 |
| ISO 7500-1 | siehe | DIN EN ISO 7500-1 |
| ISO 7801   | siehe | DIN ISO 7801      |
| ISO 7802   | siehe | DIN ISO 7802      |
| ISO 9513   | siehe | DIN EN ISO 9513   |
| ISO 9556   | siehe | DIN EN ISO 9556   |
| ISO 29658  | siehe | DIN EN ISO 29658  |
| ISO 10280  | siehe | DIN EN ISO 10280  |
| ISO 10700  | siehe | DIN EN ISO 10700  |
| ISO 10714  | siehe | DIN EN ISO 10714  |
| ISO 10720  | siehe | DIN EN ISO 10720  |
| ISO 13900  | siehe | DIN EN ISO 13900  |

|             |       |                    |
|-------------|-------|--------------------|
| ISO 15349-2 | siehe | DIN EN ISO 15349-2 |
| ISO 15350   | siehe | DIN EN ISO 15350   |
| ISO 15351   | siehe | DIN EN ISO 15351   |

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

### Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 15630-3:2020-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aufnahme eines Anhangs B mit dem Spannungskorrosionsprüfverfahren in Thiocyanat-Lösung mit galvanostatischem Strom;
- b) Aufnahme eines Anhangs C mit dem Spannungskorrosionsprüfverfahren im destillierten Wasser;
- c) redaktionelle Änderungen.

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Literaturhinweise

DIN EN 24935, *Stahl und Eisen — Bestimmung des Schwefelgehalts — Methode mit Infrarotabsorption nach Verbrennung im Induktionsofen*

DIN EN 24937, *Stahl und Eisen — Bestimmung des Kupfergehalts — Flammenatomabsorptionsspektro-metrisches Verfahren*

DIN EN 24943, *Stahl und Eisen — Bestimmung des Schwefelgehalts — Methode mit Infrarotabsorption nach Verbrennung im Induktionsofen*

DIN EN 24947, *Stahl und Gusseisen — Bestimmung des Vanadium-Gehaltes — Potentiometrisches Titrierverfahren*

DIN EN 29658, *Stahl — Bestimmung des Aluminiumgehalts — Spektralfotometrische Atomabsorptionsmethode*

DIN EN ISO 439, *Stahl und Eisen — Bestimmung des Gesamtsiliziumgehaltes — Gravimetrisches Verfahren*

DIN EN ISO 4287, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Benennungen, Definitionen und Kenngrößen der Oberflächenbeschaffenheit*

DIN EN ISO 4829-1, *Stahl und Gusseisen — Bestimmung des Gesamtsiliciumanteils — Spektralphotometrische Methode mit reduziertem Molybdatosilicat — Teil 1: Siliciumanteile zwischen 0,05 % und 1,0 %*

DIN EN ISO 4829-2, *Stahl — Bestimmung des Gesamtsiliciumanteils — Spektrophotometrisches Verfahren mit reduziertem Molybdatosilicat — Teil 2: Siliciumanteile zwischen 0,01 % und 0,05 %*

DIN EN ISO 4934, *Stahl und Eisen — Bestimmung des Schwefelgehaltes — Gravimetrisches Verfahren*

DIN EN ISO 4945, *Stahl — Bestimmung des Stickstoffgehalts — Spektrophotometrisches Verfahren*

DIN EN ISO 4946, *Stahl und Gusseisen — Bestimmung des Kupferanteils — Spektrophotometrisches Verfahren mit 2,2'-Dichinolin*

DIN EN ISO 4957, *Werkzeugstähle*

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

DIN EN ISO 6892-2, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 2: Prüfverfahren bei erhöhter Temperatur*

DIN EN ISO 6892-3, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 3: Prüfverfahren bei tiefen Temperaturen*

DIN EN ISO 7438, *Metallische Werkstoffe — Biegeversuch*

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 9556, *Stahl und Eisen — Bestimmung des Gesamtkohlenstoffgehalts — Verfahren mit Infrarotabsorption nach Verbrennung im Induktionsofen*

DIN EN ISO 10280, *Stahl und Eisen — Spektralphotometrisches Verfahren mit Diantipyrylmethan*

DIN EN ISO 10700, *Stahl und Eisen — Bestimmung von Mangan —  
Flammenatomabsorptions-spektrometrisches Verfahren*

DIN EN ISO 10714, *Eisen und Stahl — Bestimmung des Phosphorgehaltes — Fotometrische Bestimmung —  
Vanadatomoxybdatophosphat-Verfahren*

DIN EN ISO 10720, *Eisen und Stahl — Bestimmung des Stickstoffgehaltes — Messung der Wärmeleitfähigkeit  
nach Aufschmelzen in strömendem Inertgas*

DIN EN ISO 13900, *Stahl — Bestimmung des Borgehaltes — Curcumin-Verfahren — Fotometrische Bestimmung  
nach Destillation*

DIN EN ISO 15349-2, *Unlegierter Stahl — Bestimmung niedriger Kohlenstoffgehalte — Verfahren mit  
Infrarotabsorption nach Verbrennung im Induktionsofen (mit Vorwärmung)*

DIN EN ISO 15350, *Stahl und Eisen — Bestimmung der Gesamtgehalte an Kohlenstoff und Schwefel —  
Infrarotabsorptionsverfahren nach Verbrennung in einem Induktionsofen*

DIN EN ISO 15351, *Stahl und Eisen — Bestimmung des Stickstoffgehaltes — Messung der Wärmeleitfähigkeit  
nach Aufschmelzen in strömendem Inertgas (Routineverfahren)*

DIN ISO 7801, *Metallische Werkstoffe — Draht — Hin- und Herbiegeversuch*

DIN ISO 7801, *Metallische Werkstoffe — Draht — Wickelversuch*

– Leerseite –

Februar 2024

**prEN ISO 15630-3**

**Stahl für die Bewehrung und das Vorspannen von Beton – Prüfverfahren – Teil 3:  
Spannstahl (ISO/DIS 15630-3:2024)**

Steel for the reinforcement and prestressing of concrete – Test methods – Part 3: Prestressing steel  
(ISO/DIS 15630-3:2024)

Aciers pour l'armature et la précontrainte du béton – Méthodes d'essai – Partie 3: Aciers de précontrainte  
(ISO/DIS 15630-3:2024)

## Inhalt

|                                                                | Seite |
|----------------------------------------------------------------|-------|
| Europäisches Vorwort . . . . .                                 | 5     |
| Vorwort . . . . .                                              | 6     |
| Einleitung . . . . .                                           | 7     |
| 1 Anwendungsbereich . . . . .                                  | 8     |
| 2 Normative Verweisungen . . . . .                             | 8     |
| 3 Begriffe, Definitionen, Symbole . . . . .                    | 8     |
| 4 Allgemeine Bedingungen für Proben . . . . .                  | 11    |
| 5 Zugversuch . . . . .                                         | 11    |
| 5.1 Probe . . . . .                                            | 11    |
| 5.2 Prüfeinrichtung . . . . .                                  | 11    |
| 5.3 Prüfverfahren . . . . .                                    | 11    |
| 5.3.1 Allgemeines . . . . .                                    | 11    |
| 5.3.2 Ermittlung des Elastizitätsmoduls . . . . .              | 13    |
| 6 Biegeversuch . . . . .                                       | 13    |
| 6.1 Probe . . . . .                                            | 13    |
| 6.2 Prüfeinrichtung . . . . .                                  | 13    |
| 6.3 Prüfverfahren . . . . .                                    | 14    |
| 6.4 Auswertung der Prüfergebnisse . . . . .                    | 14    |
| 7 Hin- und Herbiegeversuch . . . . .                           | 14    |
| 7.1 Probe . . . . .                                            | 14    |
| 7.2 Prüfeinrichtung . . . . .                                  | 14    |
| 7.3 Prüfverfahren . . . . .                                    | 15    |
| 8 Wickelversuch . . . . .                                      | 15    |
| 8.1 Probe . . . . .                                            | 15    |
| 8.2 Prüfeinrichtung . . . . .                                  | 16    |
| 8.3 Prüfverfahren . . . . .                                    | 16    |
| 9 Isothermischer Relaxationsversuch . . . . .                  | 16    |
| 9.1 Prinzip des Versuches . . . . .                            | 16    |
| 9.2 Probe . . . . .                                            | 17    |
| 9.3 Prüfeinrichtung . . . . .                                  | 17    |
| 9.3.1 Rahmen . . . . .                                         | 17    |
| 9.3.2 Kraftmesseinrichtung . . . . .                           | 17    |
| 9.3.3 Längenmesseinrichtung (Extensometer) . . . . .           | 17    |
| 9.3.4 Einspannvorrichtung . . . . .                            | 17    |
| 9.3.5 Belastungseinrichtung . . . . .                          | 17    |
| 9.4 Prüfverfahren . . . . .                                    | 18    |
| 9.4.1 Bedingungen für Proben . . . . .                         | 18    |
| 9.4.2 Aufbringen der Kraft . . . . .                           | 18    |
| 9.4.3 Anfangskraft . . . . .                                   | 19    |
| 9.4.4 Kraft während des Versuches . . . . .                    | 19    |
| 9.4.5 Aufrechterhaltung und Aufzeichnung der Dehnung . . . . . | 19    |
| 9.4.6 Temperatur . . . . .                                     | 20    |
| 9.4.7 Häufigkeit der Kraftaufzeichnung . . . . .               | 20    |
| 9.4.8 Häufigkeit der Dehnungsaufzeichnung . . . . .            | 20    |
| 9.4.9 Versuchsdauer . . . . .                                  | 20    |
| 10 Axialer Dauerschwingversuch . . . . .                       | 20    |
| 10.1 Prinzip des Versuches . . . . .                           | 20    |
| 10.2 Probe . . . . .                                           | 21    |
| 10.3 Prüfeinrichtung . . . . .                                 | 21    |
| 10.4 Prüfverfahren . . . . .                                   | 21    |
| 10.4.1 Bedingungen für die Probe . . . . .                     | 21    |

|                       |                                                                                       |    |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 10.4.2                | Stabilität von Kraft und Frequenz                                                     | 22 |
| 10.4.3                | Zählen der Lastwechsel                                                                | 22 |
| 10.4.4                | Frequenz                                                                              | 22 |
| 10.4.5                | Temperatur                                                                            | 22 |
| 10.4.6                | Gültigkeit des Versuches                                                              | 22 |
| 11                    | Prüfung der Spannungsrisskorrosion in einer Thiocyanatlösung                          | 22 |
| 11.1                  | Prinzip des Versuches                                                                 | 22 |
| 11.2                  | Probenabschnitt und Probe                                                             | 22 |
| 11.3                  | Prüfeinrichtung                                                                       | 23 |
| 11.3.1                | Rahmen                                                                                | 23 |
| 11.3.2                | Kraftmesseinrichtung                                                                  | 23 |
| 11.3.3                | Zeitmesseinrichtung                                                                   | 23 |
| 11.3.4                | Prüfzelle mit Prüflösung                                                              | 23 |
| 11.3.5                | Prüflösung                                                                            | 23 |
| 11.4                  | Prüfverfahren                                                                         | 24 |
| 11.4.1                | Bedingungen für die Proben                                                            | 24 |
| 11.4.2                | Aufbringen und Aufrechterhalten der Kraft                                             | 24 |
| 11.4.3                | Füllen der Prüfzelle                                                                  | 24 |
| 11.4.4                | Temperatur während des Versuches                                                      | 24 |
| 11.4.5                | Beendigung des Versuches                                                              | 24 |
| 11.4.6                | Ermittlung des Medians der Lebensdauer bis zum Bruch                                  | 25 |
| 12                    | Umlenk-Zugversuch                                                                     | 25 |
| 12.1                  | Prinzip des Versuches                                                                 | 25 |
| 12.2                  | Probenabschnitt und Proben                                                            | 25 |
| 12.3                  | Prüfeinrichtung                                                                       | 25 |
| 12.3.1                | Allgemeine Beschreibung                                                               | 25 |
| 12.3.2                | Maße                                                                                  | 25 |
| 12.3.3                | Verankerungen                                                                         | 26 |
| 12.3.4                | Dorn                                                                                  | 27 |
| 12.3.5                | Belastungseinrichtung                                                                 | 28 |
| 12.4                  | Prüfverfahren                                                                         | 28 |
| 13                    | Chemische Analyse                                                                     | 29 |
| 14                    | Messung der geometrischen Merkmale                                                    | 29 |
| 14.1                  | Probe                                                                                 | 29 |
| 14.2                  | Prüfeinrichtung                                                                       | 29 |
| 14.3                  | Prüfverfahren                                                                         | 30 |
| 14.3.1                | Rippenmessungen                                                                       | 30 |
| 14.3.2                | Messung der Profilierung                                                              | 30 |
| 14.3.3                | Schlaglänge von Litzen ( $P$ )                                                        | 31 |
| 14.3.4                | Geradheit                                                                             | 31 |
| 15                    | Ermittlung der bezogenen Rippenfläche ( $f_R$ )                                       | 31 |
| 15.1                  | Allgemeines                                                                           | 31 |
| 15.2                  | Berechnung von $f_R$                                                                  | 32 |
| 15.2.1                | Bezogene Rippenfläche                                                                 | 32 |
| 15.2.2                | Vereinfachte Formeln                                                                  | 32 |
| 15.2.3                | Für die Berechnung von $f_R$ verwendete Formel                                        | 33 |
| 16                    | Ermittlung der Abweichung von der Nennmasse je Meter                                  | 33 |
| 16.1                  | Probe                                                                                 | 33 |
| 16.2                  | Messgenauigkeit                                                                       | 34 |
| 16.3                  | Prüfverfahren                                                                         | 34 |
| 17                    | Prüfbericht                                                                           | 34 |
| Anhang A (informativ) | Optionen für die Vereinbarung zwischen den beteiligten Parteien                       | 35 |
| Anhang B (informativ) | Prüfung der Spannungsrisskorrosion in Thiocyanatelösung unter galvanostatischem Strom | 36 |
| B.1                   | Anwendungsbereich                                                                     | 36 |
| B.2                   | Symbole                                                                               | 36 |
| B.3                   | Allgemeine Festlegungen für Proben                                                    | 37 |

|                       |                                                                                                             |    |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| B.4                   | Spannungskorrosionstest in einer Thiocyanat Lösung unter Anwendung eines galvanostatischen Stroms . . . . . | 37 |
| B.4.1                 | Prinzip der Prüfung . . . . .                                                                               | 37 |
| B.4.2                 | Probenabschnitt und Probe . . . . .                                                                         | 37 |
| B.4.3                 | Prüfeinrichtung . . . . .                                                                                   | 38 |
| B.4.4                 | Prüflösung . . . . .                                                                                        | 39 |
| B.4.5                 | Prüfverfahren . . . . .                                                                                     | 40 |
| Anhang C (informativ) | Prüfung der Spannungsrissskorrosion im destillierten Wasser . . . . .                                       | 42 |
| C.1                   | Anwendungsbereich . . . . .                                                                                 | 42 |
| C.2                   | Symbole und Abkürzungen . . . . .                                                                           | 42 |
| C.3                   | Prinzip des Versuches . . . . .                                                                             | 42 |
| C.4                   | Probe . . . . .                                                                                             | 43 |
| C.5                   | Prüfeinrichtung . . . . .                                                                                   | 43 |
| C.5.1                 | Rahmen . . . . .                                                                                            | 43 |
| C.5.2                 | Prüfzelle . . . . .                                                                                         | 43 |
| C.5.3                 | Wasserpumpe . . . . .                                                                                       | 43 |
| C.6                   | Prüfbedingungen . . . . .                                                                                   | 44 |
| C.7                   | Verfahren . . . . .                                                                                         | 45 |
| C.8                   | Wiedergabe der Ergebnisse . . . . .                                                                         | 45 |
| Literaturhinweise     | . . . . .                                                                                                   | 47 |

## Bilder

|          |                                                                                     |    |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bild 1   | — Messung von $A_{gt}$ nach dem manuellen Verfahren . . . . .                       | 12 |
| Bild 2   | — Prinzip einer Biegevorrichtung . . . . .                                          | 14 |
| Bild 3   | — Prüfeinrichtung für Hin- und Herbiegeversuch . . . . .                            | 15 |
| Bild 4   | — Prinzip des isothermischen Relaxationsversuches . . . . .                         | 16 |
| Bild 5   | — Aufbringen der Kraft im isothermischen Relaxationsversuch . . . . .               | 19 |
| Bild 6   | — Lastwechsel-Diagramm . . . . .                                                    | 21 |
| Bild 7   | — Hauptmerkmale der Einrichtung für den Umlenk-Zugversuch . . . . .                 | 26 |
| Bild 8   | — Dornabmessungen für den Umlenk-Zugversuch . . . . .                               | 28 |
| Bild 9   | — Messung der Bogenhöhe . . . . .                                                   | 31 |
| Bild 10  | — Ermittlung der Fläche des Längsschnitts, $F_R$ . . . . .                          | 33 |
| Bild B.1 | — Längsschnitt einer Prüfzelle mit horizontaler Ausrichtung . . . . .               | 38 |
| Bild B.2 | — Prüfzelle . . . . .                                                               | 39 |
| Bild C.1 | — Schematische Darstellung der Korrosionsprüfung mit destilliertem Wasser . . . . . | 44 |

## Tabellen

|             |                                                                                                                        |    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1   | — Grenzabmaße für $F_0$ . . . . .                                                                                      | 19 |
| Tabelle 2   | — Standard-Zeitintervalle für die Kraftaufzeichnung . . . . .                                                          | 20 |
| Tabelle 3   | — Freie Mindestlänge der Probe . . . . .                                                                               | 21 |
| Tabelle 4   | — Empfohlene Innendurchmesser $D_c$ der Prüfzelle . . . . .                                                            | 23 |
| Tabelle 5   | — Verschiebung der Keile . . . . .                                                                                     | 26 |
| Tabelle 6   | — Maße des Dornes . . . . .                                                                                            | 27 |
| Tabelle B.1 | — Im Anhang B verwendete Symbole . . . . .                                                                             | 36 |
| Tabelle B.2 | — Abmessungen der Prüfzelle und Menge der Prüflösung in Abhängigkeit von der Nenndurchmesser des Spannstahls . . . . . | 39 |
| Tabelle C.1 | — Verwendete Symbole im Anhang C . . . . .                                                                             | 42 |

## Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 15630-3:2024) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 17 „Steel“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 459/SC 4 „Betonstähle und Spannstähle“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 15630-3:2019 ersetzen.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben.

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.

### Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 15630-3:2024 wurde von CEN als prEN ISO 15630-3:2024 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

## Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (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 Themen 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 Directives, 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 Directives, 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 erhaltenen Patenterklärungen (siehe [www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)).

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

Für eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, siehe [www.iso.org/foreword.html](http://www.iso.org/foreword.html).

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 17, *Steel*, Unterkomitee SC 16, *Steels for the reinforcement and prestressing of concrete*, erarbeitet.

Diese vierte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe (ISO 15630-3:2019), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen sind:

- Aufnahme von Anhang B mit dem Spannungskorrosionsprüfverfahren in Thiocyanat-Lösung mit galvanostatischem Strom;
- Aufnahme von Anhang C mit dem Spannungskorrosionsprüfverfahren im destillierten Wasser.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 15630 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

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

## Einleitung

Das Ziel von ISO 15630 (alle Teile) ist es, in einer Normreihe alle für Bewehrungs- und Spannstähle in Betracht kommenden Prüfverfahren zur Verfügung zu stellen.

Dieses Dokument deckt sowohl Standardprüfverfahren als auch Sonderprüfverfahren, welche im Rahmen von Routineprüfungen nicht angewendet werden, ab. Diese sollten nur falls relevant oder nach Festlegung in der anwendbaren Erzeugnisnorm in Betracht gezogen werden.

Soweit sie in Betracht kommen, wird auf allgemeine Internationale Normen für die Prüfung von Metallen verwiesen. Es wurden ergänzende Bedingungen festgelegt, falls zutreffend.

## 1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die für Spannstahl (Stab, Draht oder Litze) für Beton in Betracht kommenden Prüfmethoden fest.

Dieses Dokument ist nicht für die Probeentnahme anwendbar. Diese wird in den Erzeugnisnormen festgelegt.

Eine Liste mit den Optionen, die von den Parteien vereinbart werden dürfen, ist in Anhang A enthalten.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 4957, *Werkzeugstähle*

ISO 4965-1, *Metallische Werkstoffe — Dynamische Kraftkalibrierung für Ermüdungsprüfmaschinen mit einachsiger Belastung — Teil 1: Prüfsysteme*

ISO 4965-2, *Metallische Werkstoffe — Dynamische Kraftkalibrierung für Ermüdungsprüfmaschinen mit einachsiger Belastung — Teil 2: Dynamisches Kalibriergerät (DCD) Instrumentierung*

ISO 6508-1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Rockwell — Teil 1: Prüfverfahren*

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

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

ISO 7801, *Metallische Werkstoffe — Draht — Hin- und Herbiegeversuch*

ISO 7802, *Metallische Werkstoffe — Draht — Wickelversuch*

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

ISO 16020, *Stahl für die Bewehrung und das Vorspannen von Beton — Definitionen*

## 3 Begriffe, Definitionen, Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 16020.

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/>

Die in diesem Dokument verwendeten Symbole sind nachfolgend aufgelistet.

| Symbole         | Einheit         | Beschreibung                                                                                        | Verweisung                               |
|-----------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| $a_m$           | mm              | Rippenhöhe in der Mitte                                                                             | 14.3, 15.2                               |
| $a_{\max}$      | mm              | höchste Rippenhöhe oder höchste Profiltiefe                                                         | 14.3                                     |
| $a_{s,i}$       | mm              | durchschnittliche Höhe eines Anteils $i$ einer in $p$ Teile der Länge $\Delta l$ unterteilten Rippe | 15.2                                     |
| $a_{1/4}$       | mm              | Rippenhöhe am Viertelpunkt                                                                          | 14.3, 15.2                               |
| $a_{3/4}$       | mm              | Rippenhöhe am Dreiviertelpunkt                                                                      | 14.3, 15.2                               |
| $A$             | %               | prozentuale Bruchdehnung                                                                            | 5.1, 5.3                                 |
| $A_{gt}$        | %               | prozentuale Gesamtdehnung bei Höchstkraft                                                           | Abschnitt 5                              |
| $A_r$           | %               | prozentuale Gleichmaßdehnung nach dem Bruch                                                         | 5.3                                      |
| $b$             | mm              | Kopfbreite der Querrippe in Rippenmitte                                                             | 14.3.1.6                                 |
| $c$             | mm              | Rippen- oder Profilabstand                                                                          | 14.3                                     |
| $C$             | mm              | Breite der Nut beim Nenndurchmesser $d_a$ des im Umlenk-Zugversuch verwendeten Dorns                | 12.3.4                                   |
| $d$             | mm              | Nenndurchmesser des Stabes, Drahtes oder der Litze                                                  | 5.3.1, 7.2, Tabelle 3, 10.4.6, Tabelle 4 |
| $d_a$           | mm              | Nenndurchmesser des im Umlenk-Zugversuch verwendeten Dorns                                          | 12.3.4                                   |
| $d_b$           | mm              | Durchmesser mit 2 Messzylindern in der Nut des im Umlenk-Zugversuch verwendeten Dorns               | 12.3.4                                   |
| $d_e$           | mm              | Durchmesser des im Umlenk-Zugversuch verwendeten Messzylinders                                      | 12.3.4                                   |
| $d_g$           | mm              | Durchmesser der Bohrung des Mitnehmers                                                              | 7.2                                      |
| $d_i$           | mm              | Innendurchmesser der Nut des im Umlenk-Zugversuch verwendeten Dorns                                 | 12.3.4                                   |
| $D$             | %               | Mittelwert der Abnahme der Höchstkraft im Umlenk-Zugversuch                                         | 12.2, 12.4                               |
| $D_c$           | mm              | Innendurchmesser der Zelle für die Spannungsrissskorrosionsprüfung                                  | 11.3.4                                   |
| $D_i$           | %               | Einzelprozentsatz der Abnahme der Höchstkraft im Umlenk-Zugversuch                                  | 12.4                                     |
| $D_m$           | mm              | Durchmesser des Biegedorns der Biegevorrichtung im Biegeversuch                                     | Bild 2                                   |
| $e$             | mm              | durchschnittlicher Abstand zwischen benachbarten Rippen- oder Profilierungsreihen                   | 14.3.1.4, 14.3.2.5                       |
| $E$             | MPa             | Elastizitätsmodul                                                                                   | 5.2, 5.3                                 |
| $f$             | Hz              | Frequenz der Lastwechsel im axialen Dauerschwingversuch                                             | 10.1, 10.4.2                             |
| $f_R$           | —               | bezogene Rippenfläche                                                                               | Abschnitt 15                             |
| $F_{a,i}$       | N               | einzelne Bruchkraft im Umlenk-Zugversuch                                                            | 12.4                                     |
| $F_m$           | N               | Höchstkraft im Zugversuch                                                                           | 5.3                                      |
| $\bar{F}_m$     | N               | Mittelwert der Höchstkraft                                                                          | 9.2, 11.2, 12.2, 12.4                    |
| $F_{p0,1}$      | N               | Kraft für 0,1 %-Dehnung, plastische Verlängerung                                                    | 5.2, 5.3                                 |
| $F_{p0,2}$      | N               | Kraft für 0,2 %-Dehnung, plastische Verlängerung                                                    | 5.2, 5.3                                 |
| $F_r$           | N               | Lastbereich im axialen Dauerschwingversuch                                                          | Bild 6, 10.3, 10.4.2                     |
| $F_{rt}$        | N               | Restkraft der Probe zur Zeit $t$ im isothermischen Relaxationsversuch                               | 9.1                                      |
| $\Delta F_{rt}$ | N               | Kraftverlust an der Probe zur Zeit $t$ im isothermischen Relaxationsversuch                         | 9.1                                      |
| $F_R$           | mm <sup>2</sup> | Fläche des Längsschnittes einer Rippe                                                               | 15.2                                     |

| Symbole              | Einheit       | Beschreibung                                                                                                                                            | Verweisung                                          |
|----------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| $F_{up}$             | N             | Oberlast im axialen Dauerschwingversuch                                                                                                                 | Bild 6, 10.3, 10.4.2                                |
| $F_0$                | N             | Anfangskraft im isothermischen Relaxationsversuch und bei der Spannungsrissskorrosionsprüfung                                                           | 9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 11.1, 11.2, 11.4.2              |
| $G$                  | mm            | Tiefe der Nut des im Umlenk-Zugversuch verwendeten Dorns                                                                                                | 12.3.4                                              |
| $h$                  | mm            | Abstand von der Oberkante des Biegezyinders bis zur Unterkante des Mitnehmers                                                                           | 7.2                                                 |
| $h_b$                | mm            | Bogenhöhe in der Ebene des Bogens                                                                                                                       | 14.3.4                                              |
| $l$                  | mm            | Länge der Profilierung                                                                                                                                  | 14.3.2.4                                            |
| $L_t$                | mm            | Länge der Probe für die Spannungsrissskorrosionsprüfung                                                                                                 | 11.2                                                |
| $L_0$                | mm            | Messlänge (unbelastete Probe) im isothermischen Relaxationsversuch<br>Länge der Probe in Kontakt mit der Lösung bei der Spannungsrissskorrosionsprüfung | 9.1, 9.3, 9.4, 11.2, 11.3.4, 11.4.1, 11.4.3, 11.4.5 |
| $L_1$                | mm            | Länge der passiven Seite im Umlenk-Zugversuch                                                                                                           | 12.3.2                                              |
| $L_2$                | mm            | Länge der aktiven Seite im Umlenk-Zugversuch                                                                                                            | 12.3.2                                              |
| $m, n$               | —             | Koeffizienten oder Anzahl                                                                                                                               | 9.4.9, 14.3, 15.2                                   |
| $P$                  | mm            | Schlaglänge einer Litze                                                                                                                                 | 14.3.3                                              |
| $r$                  | mm            | Radius der Biegezyylinder                                                                                                                               | 7.2                                                 |
| $R$                  | mm            | Radius am Grunde der Nut des im Umlenk-Zugversuch verwendeten Dorns                                                                                     | 12.3.4                                              |
| $r_1$                | mm            | Abstand zwischen der Einspannung und Messlänge für die manuelle Messung von $A_{gt}$                                                                    | 5.3                                                 |
| $r_2$                | mm            | Abstand zwischen dem Bruch und der Messlänge für die manuelle Messung von $A_{gt}$                                                                      | 5.3                                                 |
| $R_a$                | $\mu\text{m}$ | Oberflächenrauheit des im Umlenk-Zugversuch verwendeten Dorns                                                                                           | 12.3.4                                              |
| $S_n$                | $\text{mm}^2$ | Nennquerschnittsfläche der Probe                                                                                                                        | 5.3.2                                               |
| $t_a$                | h             | vereinbarte Höchstdauer für die Spannungsrissskorrosionsprüfung                                                                                         | 11.4.5                                              |
| $t_{f,i}$            | h             | Einzelwert der Lebensdauer bis zum Bruch bei der Spannungsrissskorrosionsprüfung                                                                        | 11.4.5                                              |
| $t_{f,m}$            | h             | Median der Lebensdauer bis zum Bruch bei der Spannungsrissskorrosionsprüfung                                                                            | 11.4.6                                              |
| $t_0$                | s             | Startzeit im isothermischen Relaxationsversuch und bei der Spannungsrissskorrosionsprüfung                                                              | 9.4.2, 11.4                                         |
| $y$                  | mm            | Abstand zwischen einer Ebene, generiert durch die Achsen der Biegezyylinder und dem nächstliegenden Kontaktpunkt zur Probe                              | Bild 3                                              |
| $V_0$                | $\text{mm}^3$ | Volumen der Prüflösung zur Füllung der Prüfzelle für die Spannungsrissskorrosionsprüfung                                                                | 11.4.3                                              |
| $Z$                  | %             | prozentuale Flächenreduzierung                                                                                                                          | 5.3.1                                               |
| $\alpha$             | °             | Umlenkwinkel im Umlenk-Zugversuch                                                                                                                       | 12.3.2                                              |
| $\beta$              | °             | Neigungswinkel der Rippe oder des Profils zur Stab- oder Drahtachse                                                                                     | 14.3                                                |
| $\varepsilon_{xF_m}$ | —             | Wert der Dehnung für eine Kraft gleich $x F_m$                                                                                                          | 5.3.2                                               |
| $\rho$               | %             | Relaxation                                                                                                                                              | 9.4.9                                               |

| Symbole                                 | Einheit | Beschreibung                                      | Verweisung                  |
|-----------------------------------------|---------|---------------------------------------------------|-----------------------------|
| $\Sigma e_i$                            | mm      | Anteil des Umfanges ohne Profilierung oder Rippen | 14.3.1.4,<br>14.3.2.5, 15.2 |
| ANMERKUNG 1 MPa = 1 N/mm <sup>2</sup> . |         |                                                   |                             |

## 4 Allgemeine Bedingungen für Proben

Wenn nicht anders vereinbart oder in der Erzeugnisnorm festgelegt, sind die Probenabschnitte – vor dem Verpacken – dem fertigen Erzeugnis zu entnehmen.

Bei den Probenahmen vom verpackten Erzeugnis (z. B. Ring oder Bund) sollte besonders sorgfältig vorgegangen werden, um plastische Verformung zu vermeiden, durch die Eigenschaften der zur Probenherstellung verwendeten Probenabschnitte verändert werden könnten.

Gegebenenfalls sind in den betreffenden Abschnitten dieses Dokumentes besondere ergänzende Bedingungen für die Proben angegeben, falls zutreffend.

## 5 Zugversuch

### 5.1 Probe

In Ergänzung zu den allgemeinen Bedingungen nach Abschnitt 4 muss die freie Länge der Probe ausreichend für die Ermittlung der prozentualen Gesamtdehnung bei Höchstkraft ( $A_{gt}$ ) entsprechend 5.3.1 sein.

Wenn die prozentuale Bruchdehnung ( $A$ ) manuell ermittelt wird, muss die Probe nach ISO 6892-1 gekennzeichnet werden.

Wenn die prozentuale Gesamtdehnung bei Höchstkraft ( $A_{gt}$ ) für den Stab oder Draht mit dem manuellen Verfahren ermittelt wird, müssen abstandsgetreue Messmarkierungen auf der freien Länge der Probe angebracht werden (siehe ISO 6892-1). Der Abstand zwischen den Messmarken muss 20 mm, 10 mm oder 5 mm, je nach Probendurchmesser, betragen.

### 5.2 Prüfeinrichtung

Die Prüfeinrichtung muss nach ISO 7500-1 überprüft und geeicht sein und muss mindestens Klasse 1 entsprechen.

Wenn ein Extensometer verwendet wird, muss es für die Ermittlung von  $E$ ,  $F_{p0,1}$  oder  $F_{p0,2}$  Klasse 1 nach ISO 9513 entsprechen; für die Ermittlung von  $A_{gt}$  darf ein Extensometer der Klasse 2 (siehe ISO 9513) verwendet werden.

Es sind Einspannungen zu verwenden, die Brüche in den oder sehr nahe bei den Einspannungen vermeiden.

### 5.3 Prüfverfahren

#### 5.3.1 Allgemeines

Der Zugversuch für die Ermittlung des Elastizitätsmoduls ( $E$ ), der Kraft 0,1 % und 0,2 %-Dehnung ( $F_{p0,1}$  und  $F_{p0,2}$ ), der Höchstkraft ( $F_m$ ), der prozentualen Gesamtdehnung bei Höchstkraft ( $A_{gt}$ ) und/oder der prozentualen Bruchdehnung ( $A$ ) und der prozentualen Flächenreduzierung ( $Z$ ), ist nach ISO 6892-1 durchzuführen.

Ein Extensometer muss verwendet werden für die Ermittlung des Elastizitätsmoduls ( $E$ ), der Kraft für 0,1 % und 0,2 %-Dehnung ( $F_{p0,1}$  und  $F_{p0,2}$ ) sowie der prozentualen Gesamtdehnung bei Höchstkraft ( $A_{gt}$ ). Die Messlänge des Extensometers muss den Angaben in der betreffenden Erzeugnisnorm entsprechen.

Genaue Werte von  $A_{gt}$  können nur mit einem Extensometer erhalten werden. Falls es nicht möglich ist, das Extensometer bis zum Bruch an der Probe oder bevor die Höchstkraft erreicht wurde, zu belassen, kann die Dehnung wie folgt gemessen werden:

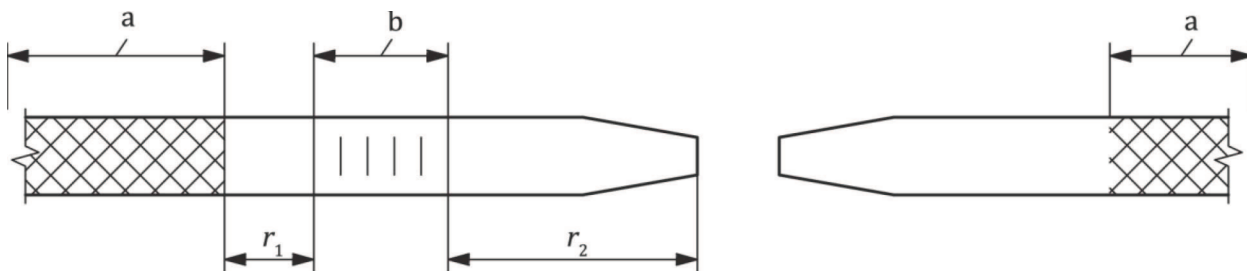
- Setze das Kraftaufbringen fort, bis das Extensometer eine Dehnung anzeigt, die gerade größer ist als die  $F_{p0,2}$  entsprechende Dehnung; an dieser Stelle wird das Extensometer heruntergenommen; der Abstand zwischen den Querhäuptern der Maschine wird aufgenommen. Die Kraftaufbringung ist bis zum Bruch fortzusetzen. Der endgültige Abstand zwischen den Querhäuptern ist zu messen.
- Die Differenz zwischen den Messungen der Querhäupter wird in Prozent des ursprünglichen Abstandes der Querhäupter berechnet und dieser Wert wird zu dem mit dem Extensometer ermittelten Prozentsatz hinzugezählt.

Für Draht und Stäbe ist es auch zulässig,  $A_{gt}$  mit dem manuellen Verfahren zu ermitteln. Falls  $A_{gt}$  mit dem manuellen Verfahren nach dem Bruch ermittelt wird, ist  $A_{gt}$  nach Gleichung (1) zu berechnen:

$$A_{gt} = A_r + R_m / 2\ 000 \quad (1)$$

Dabei ist  $A_r$  die prozentuale Gleichmaßdehnung nach dem Bruch.

Die Messung von  $A_r$  sowie die Messung von  $A$  (siehe ISO 6892-1) müssen an dem längeren der beiden gebrochenen Teile der Probe auf einer Messlänge von 100 mm, so nah wie möglich am Bruch, jedoch in einem Abstand,  $r_2$ , von mindestens 50 mm oder  $2d$  (der größere Wert gilt) von der Bruchstelle erfolgen. Die Messung darf als ungültig betrachtet werden, wenn der Abstand,  $r_1$ , zwischen der Einspannung und der Messlänge kleiner ist als 20 mm oder  $d$  (der größere Wert gilt). Siehe Bild 1.



#### Legende

- a Einspannlänge
- b Messlänge 100 mm

**Bild 1 — Messung von  $A_{gt}$  nach dem manuellen Verfahren**

Es wird empfohlen, vor dem Anbringen des Extensometers eine Kraft von z. B. bis zu etwa 10 % der erwarteten Höchstkraft auf die Probe aufzubringen.

Falls  $A_{gt}$  nicht vollständig mit einem Extensometer ermittelt wurde, ist dies im Prüfbericht anzugeben.

Für die laufende Überwachung durch den Spannstahlhersteller sollten die Prüfinformationen in der internen Dokumentation angegeben sein.

Die Eigenschaften ( $F_{p0,1}$ ,  $F_{p0,2}$ ,  $F_m$ ) werden in Krafteinheiten angegeben.

Für die Ermittlung der prozentualen Bruchdehnung ( $A$ ) muss die originale Messlänge achtmal dem Nenn-durchmesser ( $d$ ) sein, falls in der entsprechenden Erzeugnisnorm nicht anders festgelegt. Im Streitfall muss  $A$  manuell ermittelt werden.

Wenn der Bruch innerhalb einer Entfernung von 3 mm von der Einspannung auftritt, ist der Versuch im Grunde als ungültig anzusehen und es ist zulässig, eine Wiederholungsprüfung durchzuführen. Jedoch ist es zulässig, die Versuchsergebnisse gelten zu lassen, wenn alle Werte die betreffenden festgelegten Werte einhalten.

### 5.3.2 Ermittlung des Elastizitätsmoduls

Der Elastizitätsmodul ( $E$ ) ist aus der Neigung des linearen Teiles des Kraft-Verlängerungs-Diagrammes dividiert durch die Nenn-Querschnittsfläche der Probe ( $S_n$ ) zu ermitteln.

Im Allgemeinen, für kaltgezogene Spannstähle (z. B. Litze und glatter Draht) kann die Neigung im Bereich zwischen  $0,2F_m$  und  $0,7F_m$ , wie in Gleichung (2) dargestellt, ermittelt werden:

$$E = [(0,7 F_m - 0,2 F_m) / (\varepsilon_{0,7 F_m} - \varepsilon_{0,2 F_m})] / S_n \quad (2)$$

Die Neigung kann entweder durch eine lineare Regression der in eine Computerdatei aufgenommenen Messwerte ermittelt werden oder durch graphische Auswertung mittels Eintragung der optisch am besten passenden Geraden im oben definierten Teil der registrierten Kurve.

In einigen Fällen, z. B. bei warmgewalzten und gereckten Stäben, kann das oben erwähnte Verfahren nicht angewendet werden; stattdessen kann dann ein Sekantenmodul zwischen  $0,05 F_m$  und  $0,7 F_m$ , wie in Gleichung (3) angegeben, ermittelt werden:

$$[(0,7 F_m - 0,05 F_m) / (\varepsilon_{0,7 F_m} - \varepsilon_{0,05 F_m})] / S_n \quad (3)$$

Zusätzlich zu den in 5.3.1 angegebenen Bedingungen ist sicherzustellen, dass die Belastungsgeschwindigkeit innerhalb des für die Ermittlung des Elastizitätsmoduls verwendeten Kraftbereiches nicht verändert wird.

## 6 Biegeversuch

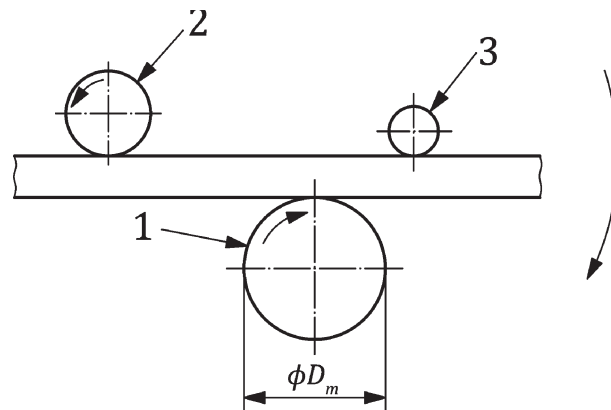
### 6.1 Probe

Es gelten die allgemeinen Bedingungen nach Abschnitt 4.

### 6.2 Prüfeinrichtung

**6.2.1** Es ist eine Biegevorrichtung nach dem in Bild 2 gezeigten Prinzip zu verwenden.

**ANMERKUNG** Bild 2 zeigt eine Anordnung, bei der der Biegedorn und das Auflager rotieren und der Mitnehmer blockiert ist. Es ist auch möglich, dass der Mitnehmer rotiert und das Auflager oder der Biegedorn blockiert ist.



### Legende

- 1 Biegedorn
- 2 Auflager
- 3 Mitnehmer

**Bild 2 — Prinzip einer Biegevorrichtung**

**6.2.2** Der Biegeversuch kann auch mit einer Vorrichtung mit Auflagern und Biegedorn durchgeführt werden (siehe z. B. ISO 7438).

## 6.3 Prüfverfahren

Der Biegeversuch ist bei einer Temperatur zwischen 10 °C und 35 °C durchzuführen. Die Probe ist über einen Biegedorn zu biegen.

Der Biegewinkel und der Durchmesser des Biegedorns müssen der betreffenden Erzeugnisnorm entsprechen.

## 6.4 Auswertung der Prüfergebnisse

Die Auswertung der Ergebnisse des Biegeversuches ist nach den Anforderungen der betreffenden Erzeugnisnorm durchzuführen.

Wenn diese Anforderungen in der betreffenden Erzeugnisnorm nicht festgelegt sind, ist das Fehlen von Rissen, die für eine Person mit normaler oder korrigierter Sehkraft sichtbar sind, als Nachweis dafür anzusehen, dass die Probe den Biegeversuch bestanden hat.

Ein oberflächlich duktiler Riss darf am Grund der Rippe oder der Profilierung auftreten und ist nicht als Fehler zu betrachten. Der Riss darf als oberflächlich betrachtet werden, wenn die Tiefe nicht größer als die Breite des Risses ist.

## 7 Hin- und Herbiegeversuch

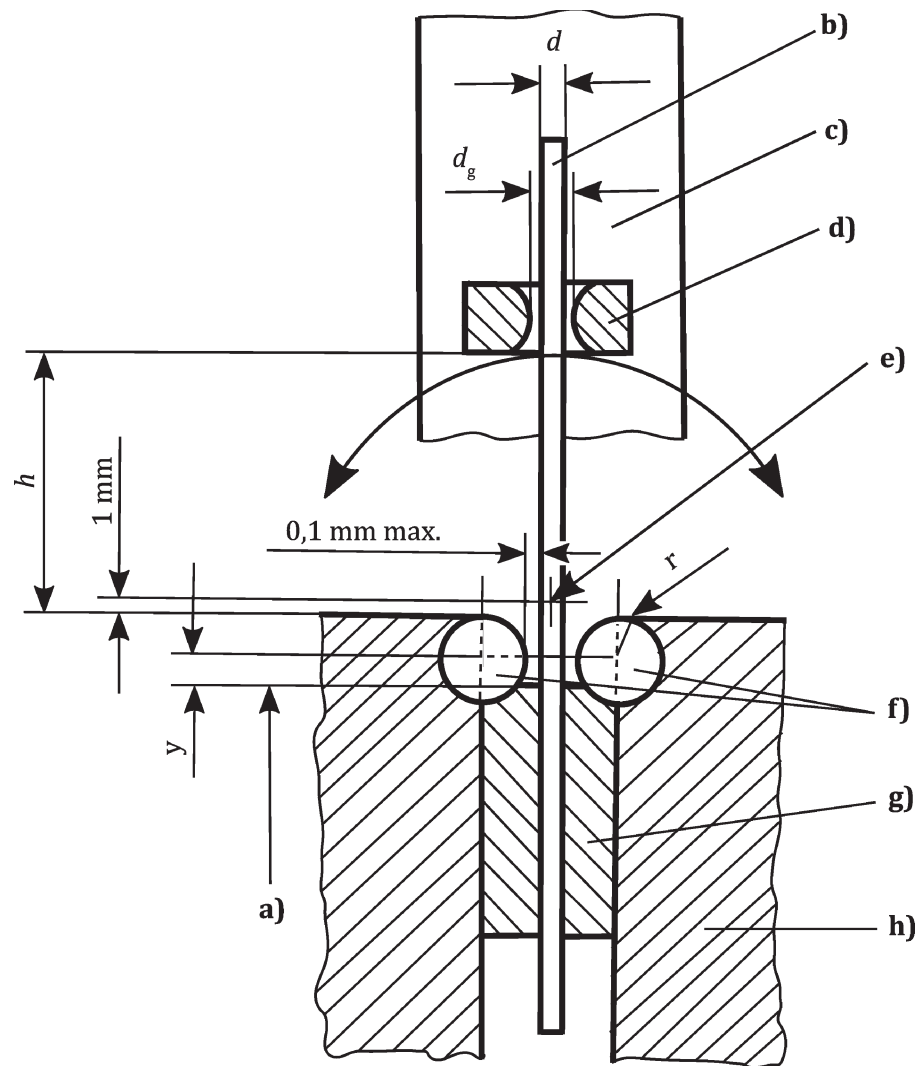
### 7.1 Probe

Zusätzlich zu den in Abschnitt 4 dieser Norm angegebenen allgemeinen Bedingungen muss die Probe ISO 7801 entsprechen.

### 7.2 Prüfeinrichtung

Die Prüfeinrichtung muss ISO 7801 entsprechen.

Für Draht mit Nenndurchmesser  $10 \text{ mm} < d \leq 12,5 \text{ mm}$  gelten für die Prüfeinrichtung die folgenden Bedingungen:  $r = (30 \pm 1) \text{ mm}$ ,  $h = 125 \text{ mm}$ ,  $d_g = 11 \text{ mm}$  oder  $13 \text{ mm}$ , wie in Bild 3 dargestellt.



### Legende

- a) nächstliegender Kontaktpunkt zur Probe
- b) Probe
- c) Biegehebel
- d) Mitnehmer
- e) Biegeachse des Biegehebels
- f) Biegezyylinder
- g) Spannbacken
- h) Einspannvorrichtung

### Bild 3 — Prüfeinrichtung für Hin- und Herbiegeversuch

### 7.3 Prüfverfahren

Der Hin- und Herbiegeversuch ist nach ISO 7801 durchzuführen.

## 8 Wickelversuch

## 8.1 Probe

Für die Proben gelten, zusätzlich zu den Festlegungen im Abschnitt 4, die Festlegungen in ISO 7802.

## 8.2 Prüfeinrichtung

Für die Prüfeinrichtung gelten die Festlegungen in ISO 7802.

## 8.3 Prüfverfahren

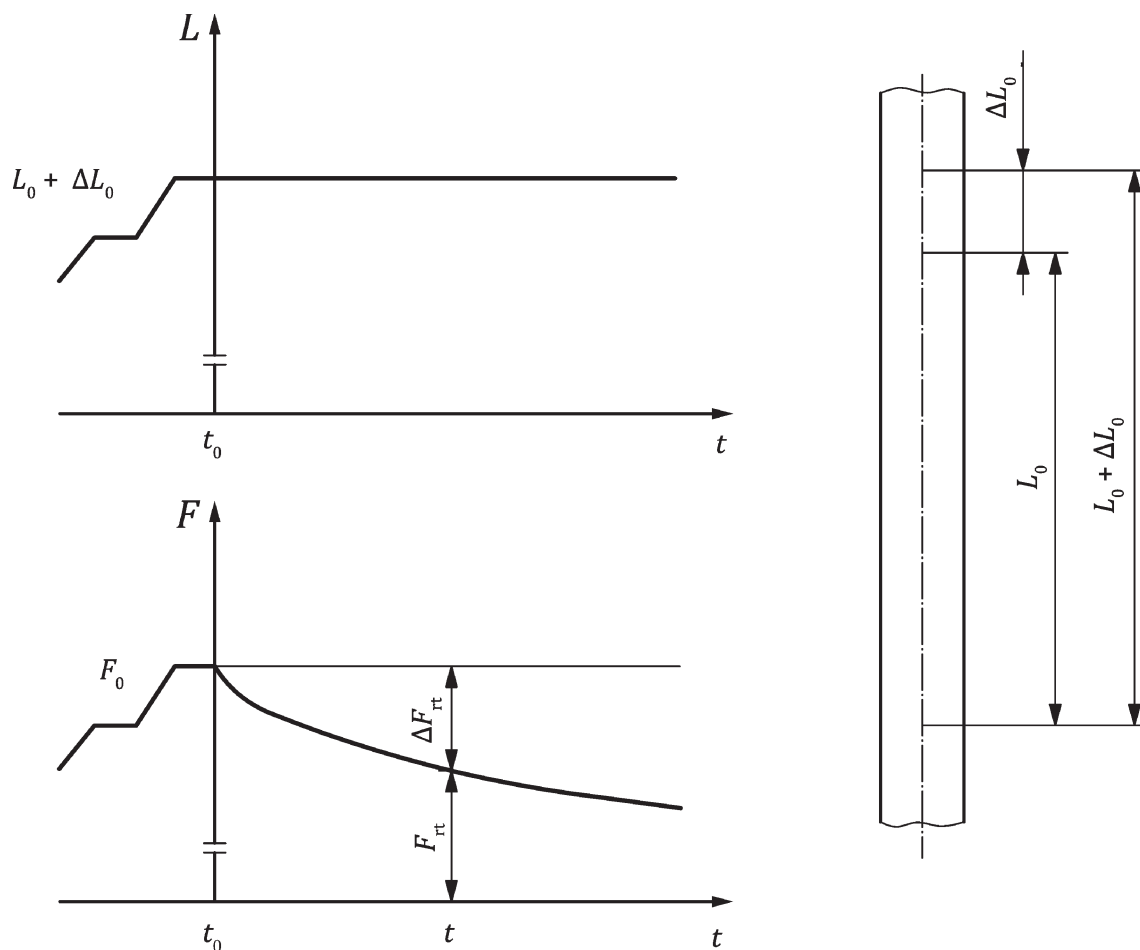
Für den Wickelversuch gelten die Festlegungen in ISO 7802.

# 9 Isothermischer Relaxationsversuch

## 9.1 Prinzip des Versuches

Der isothermische Relaxationsversuch bei gegebener Temperatur (im Allgemeinen 20 °C, wenn nicht anders vereinbart) besteht aus einem Messen der Veränderungen der Kraft gegenüber der Anfangskraft ( $F_0$ ) an einer auf konstanter Länge ( $L_0 + \Delta L_0$ ) gehaltenen Probe (siehe Bild 4).

Der Kraftverlust für eine gegebene Zeitdauer wird in Prozent der Anfangskraft ausgedrückt.



### Legende

$t$  Zeit  
 $L$  Länge  
 $F$  Kraft

Bild 4 — Prinzip des isothermischen Relaxationsversuches

## 9.2 Probe

Es gelten die allgemeinen Bedingungen nach Abschnitt 4.

Die Probe für den isothermischen Relaxationsversuch muss im geraden Zustand verbleiben. Die freie Probenlänge zwischen den Einspannungen darf nicht mechanisch verformt und keinerlei Behandlung unterzogen werden.

Zur Ermittlung des Mittelwertes der Höchstkraft ( $\bar{F}_m$ ) sind zwei Proben zu entnehmen, die an die für den Relaxationsversuch entnommenen Proben angrenzen, wenn die Anfangskraft ( $F_0$ ) als Prozentsatz von ( $\bar{F}_m$ ), z. B.  $70 \% \times \bar{F}_m$ , angegeben wird.

## 9.3 Prüfeinrichtung

### 9.3.1 Rahmen

Jegliche Verformung des Rahmens muss so begrenzt werden, dass sie die Versuchsergebnisse nicht beeinflusst.

### 9.3.2 Kraftmesseinrichtung

Die Kraft ist entweder mit einer koaxialen Kraftmessdose oder einer anderen geeigneten Einrichtung zu messen (z. B. Hebelkraftsystem).

Die Kraftmessdose muss nach ISO 7500-1 geeicht sein und für Kräfte bis 1 000 kN eine Genauigkeit von  $\pm 1 \%$  und für Kräfte über 1 000 kN eine Genauigkeit von  $\pm 2 \%$  haben.

Andere geeignete Einrichtungen müssen dieselbe Genauigkeit aufweisen wie für die Kraftmessdose festgelegt.

Das Auflösungsvermögen der Datenausgabe der Kraftmesseinrichtung muss  $5 \times 10^{-4} F_0$  oder besser entsprechen.

### 9.3.3 Längenmesseinrichtung (Extensometer)

Die Messlänge ( $L_0$ ) muss mindestens 200 mm betragen. Bei Litzen sollte sie vorzugsweise etwa 1 000 mm oder ein ganzzahliges Vielfaches der Schlaglänge der Litze betragen, wenn die Istlänge ( $L_0 + \Delta L_0$ ) am selben Draht einer Litze gemessen wird. Das Extensometer muss die Anforderungen der Klasse 1 oder höher, wie in ISO 9513 definiert, erfüllen.

ANMERKUNG Die höchst zulässigen Grenzwerte für ein Extensometer Klasse 1 sind: relative Abweichung der Messlänge  $\pm 1 \%$ ; Auflösung  $\pm 0,5 \%$  oder  $1 \mu\text{m}$  – es gilt der größere Wert –, systematische Messabweichung  $\pm 1 \%$  oder  $\pm 3,0 \mu\text{m}$  – es gilt der größere Wert.

### 9.3.4 Einspannvorrichtung

Die Einspannvorrichtung muss so gestaltet sein, dass während des Versuches ein Rutschen entweder nicht möglich ist oder korrigiert wird und ein Verdrehen der Einspannvorrichtung vermieden wird.

### 9.3.5 Belastungseinrichtung

Die Belastungseinrichtung muss eine gleichmäßige, stoßfreie Erhöhung der Belastung der Probe ermöglichen. Sie muss so gestaltet sein, dass während des Versuches die Länge ( $L_0 + \Delta L_0$ ) in den in 9.4.5 festgelegten Grenzen durch Verringerung der Kraft gehalten werden kann.

## 9.4 Prüfverfahren

### 9.4.1 Bedingungen für Proben

Die Probe muss vor dem Versuch mindestens 24 h im Prüflabor verbleiben.

Die Probe muss fest in die Prüfeinrichtung eingespannt werden, sodass jegliches Rutschen beim Aufbringen der Kraft und während der Versuchsdauer vermieden wird.

### 9.4.2 Aufbringen der Kraft

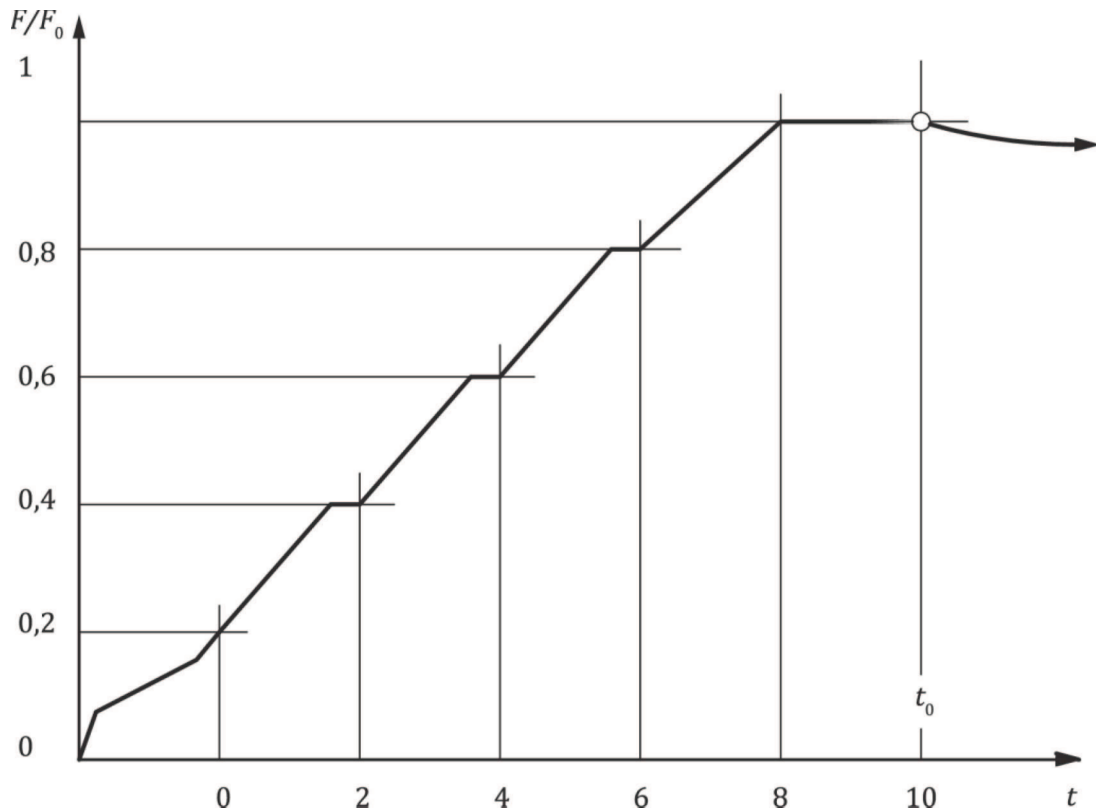
Das Aufbringen der Kraft muss stets gleichmäßig und ohne Stoß erfolgen.

Die Kraftaufgabe kann bis zu 20 % der Anfangskraft  $F_0$  nach Belieben erfolgen. Von 20 % bis zu 80 % von  $F_0$  muss die Kraftaufgabe kontinuierlich oder in drei oder mehr gleichmäßigen Stufen oder mit einer gleichmäßigen Belastungsgeschwindigkeit erfolgen und muss innerhalb von 6 min abgeschlossen sein. Das Aufbringen der Kraft zwischen 80 % und 100 % von  $F_0$  muss kontinuierlich erfolgen und innerhalb von 2 min ab Erreichen der 80 % von  $F_0$  abgeschlossen sein.

**ANMERKUNG** Eine Belastungsgeschwindigkeit für die Kraftaufgabe der Anfangskraft  $F_0$  von  $(200 \pm 50) \text{ MPa} \cdot \text{min}^{-1}$  kann als gleichmäßige Belastungsgeschwindigkeit für das Aufbringen betrachtet werden.

Nach Erreichen der Anfangskraft ( $F_0$ ) ist die Kraft für eine Dauer von 2 min aufrechtzuerhalten. Unmittelbar nach diesen 2 min wird die Zeit ( $t_0$ ) eingestellt und aufgezeichnet. Jegliche nachfolgende Änderung der Kraft darf nur erfolgen, um sicherzustellen, dass  $L_0 + \Delta L_0$  konstant bleibt.

Das Aufbringen der Kraft ist in Bild 5 schematisch dargestellt.



#### Legende

$t$  Zeit (min)

$F/F_0$  Verhältnis zwischen aufgebrachtter Kraft und Anfangskraft ( $F_0$ )

**Bild 5 — Aufbringen der Kraft im isothermischen Relaxationsversuch**

#### 9.4.3 Anfangskraft

Die Anfangskraft ( $F_0$ ) muss dem in der betreffenden Erzeugnisnorm festgelegten Wert entsprechen. Der gemessene Wert der Anfangskraft muss innerhalb der in Tabelle 1 angegebenen Grenzbmaße für den festgelegten Wert liegen.

**Tabelle 1 — Grenzbmaße für  $F_0$**

| Wert von $F_0$              | Grenzbmaße für $F_0$ |
|-----------------------------|----------------------|
| $F_0 \leq 1\,000\text{ kN}$ | $\pm 1\%$            |
| $F_0 > 1\,000\text{ kN}$    | $\pm 2\%$            |

#### 9.4.4 Kraft während des Versuches

Zu keiner Zeit darf die Kraft die in Tabelle 1 angegebenen Toleranzen für die Werte der Anfangskraft über- bzw. unterschreiten.

#### 9.4.5 Aufrechterhaltung und Aufzeichnung der Dehnung

Die durch die Anfangskraft ( $F_0$ ) zur Zeit ( $t_0$ ) bewirkte Dehnung ist mit einem geeigneten mechanischen, elektrischen oder optischen Extensometer mit der in 9.3.3 für die gewählte Anfangsmesslänge  $L_0$  definierten

Genauigkeit zu messen. Die Veränderung von  $\Delta L_0$  darf während der Messung  $5 \times 10^{-5} L_0$  zwischen zwei aufeinander folgenden Kraftmessungen nicht überschreiten.

#### 9.4.6 Temperatur

Die Temperatur des Prüflabors muss so sein, dass die Temperatur der Probe innerhalb von  $\pm 2^\circ\text{C}$  der festgelegten Prüftemperatur gehalten wird.

#### 9.4.7 Häufigkeit der Kraftaufzeichnung

Die Kraftverluste sind kontinuierlich aufzuzeichnen oder zumindest etwa in den in Tabelle 2 angegebenen Standard-Zeitintervallen nach Versuchsbeginn zu messen und danach mindestens einmal je Woche.

**Tabelle 2 — Standard-Zeitintervalle für die Kraftaufzeichnung**

| Minuten | 1 | 2 | 4 | 8  | 15 | 30 | 60  |
|---------|---|---|---|----|----|----|-----|
| Stunden | 2 | 4 | 6 | 24 | 48 | 96 | 120 |

#### 9.4.8 Häufigkeit der Dehnungsaufzeichnung

Die von einem Extensometer gemessene Dehnung muss fortlaufend oder wenigstens während der Kraftmessungen und 2 Mal zwischen 2 aufeinander folgenden Kraftmessungen (innerhalb gleicher Zeitintervalle) aufgezeichnet werden.

#### 9.4.9 Versuchsdauer

Die Versuchsdauer darf nicht weniger als 120 h betragen.

ANMERKUNG Die übliche Dauer eines Versuches beträgt 120 h oder 1 000 h.

Der Wert der Relaxation nach 1 000 h (oder mehr) kann aus Versuchen mit mindestens 120 h Dauer extrapoliert werden, wenn angemessen nachgewiesen ist, dass der für 1 000 h (oder mehr) extrapolierte Wert dem tatsächlichen Wert nach 1 000 h (oder mehr) gleichwertig ist. In diesem Falle sollte das Extrapolationsverfahren im Prüfbericht beschrieben werden.

Ein aktuelles Extrapolationsverfahren basiert auf der Gleichung (4):

$$\log \rho = m \log t + n \quad (4)$$

Dabei ist

$\rho$  die üblicherweise in % ausgedrückte Relaxation;

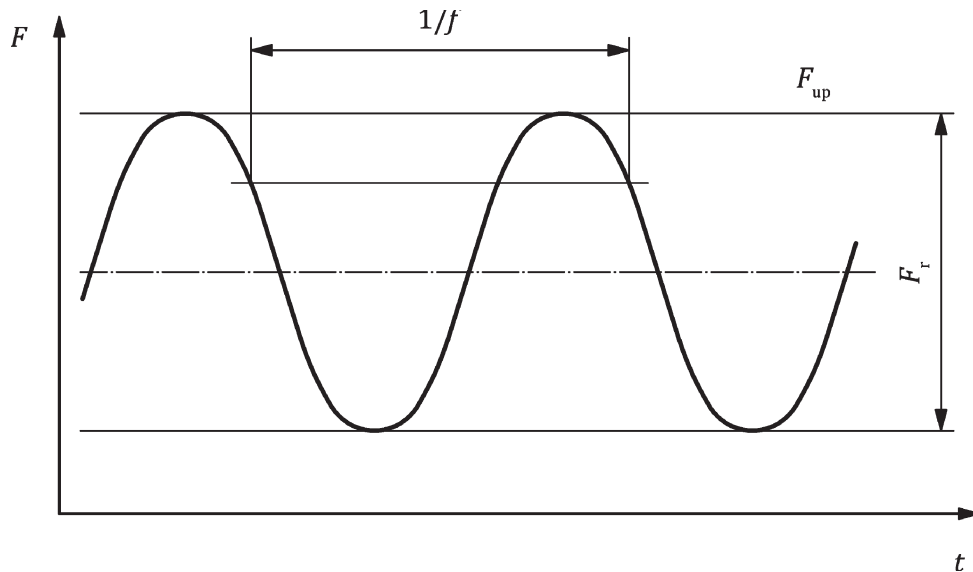
$t$  die Zeit, in Stunden; und

$m$  und  $n$  sind Koeffizienten.

## 10 Axialer Dauerschwingversuch

### 10.1 Prinzip des Versuches

Beim axialen Dauerschwingversuch wird die Probe im elastischen Bereich mit einer zyklisch wechselnden axialen Zugkraft beaufschlagt entsprechend einer sinusförmigen Schwingung mit konstanter Frequenz ( $f$ ) (siehe Bild 6). Der Versuch wird bis zum Versagen der Probe oder bis zu der in der betreffenden Erzeugnisnorm festgelegten Anzahl von Lastwechseln ohne Versagen durchgeführt.



#### Legende

$1/f$  ein Zyklus

$F$  Kraft

$t$  Zeit

Bild 6 — Lastwechsel-Diagramm

## 10.2 Probe

Es gelten die allgemeinen Bedingungen nach Abschnitt 4.

Die freie Mindestlänge muss Tabelle 3 entsprechen. Die freie Länge der Probe zwischen den Einspannungen darf keinerlei Behandlung unterzogen werden.

Tabelle 3 — Freie Mindestlänge der Probe

|                |                                              |
|----------------|----------------------------------------------|
| Draht und Stab | größerer Wert von 140 mm oder $14d$          |
| Litze          | größerer Wert von 500 mm oder 2 Schlaglängen |

## 10.3 Prüfeinrichtung

Die Dauerschwingprüfmaschine muss nach ISO 4965-1 und ISO 4965-2 oder ISO 7500-1 kalibriert sein. Sie muss eine Genauigkeit von mindestens  $\pm 1\%$  aufweisen. Die Dauerschwingprüfmaschine muss in der Lage sein, die Oberlast ( $F_{up}$ ) innerhalb  $\pm 2\%$  des festgelegten Wertes und den Lastbereich ( $F_r$ ) innerhalb  $\pm 4\%$  des festgelegten Wertes aufrechtzuerhalten.

## 10.4 Prüfverfahren

### 10.4.1 Bedingungen für die Probe

Die Probe muss so in die Prüfeinrichtung eingespannt werden, dass die Kraft zentrisch und frei von jedem Biegemoment längs der Probe übertragen wird. Bei Litzen ist es wesentlich, dass alle ihre Drähte in gleicher Weise gefasst werden und die Kraft gleichmäßig auf sie verteilt wird.

#### 10.4.2 Stabilität von Kraft und Frequenz

Der Versuch ist unter Bedingungen stabiler Oberlast ( $F_{up}$ ), Lastbereich ( $F_r$ ) und Frequenz ( $f$ ) durchzuführen. Während des Versuches darf es keine geplanten Unterbrechungen in der Schwingbelastung geben. Jedoch ist es zulässig, einen zufällig unterbrochenen Versuch fortzusetzen. Jede Unterbrechung ist im Prüfbericht aufzuzeichnen.

#### 10.4.3 Zählen der Lastwechsel

Die Anzahl der Lastwechsel ist einschließlich des ersten vollen Lastwechsels zu zählen.

#### 10.4.4 Frequenz

Die Frequenz der Lastwechsel muss während des Versuches und auch während einer Versuchsserie unter gleichen Prüfbedingungen konstant bleiben. Die Frequenz darf

- a) 120 Hz bei Draht und Stäben oder
- b) 20 Hz bei Litzen

nicht überschreiten.

#### 10.4.5 Temperatur

Die Temperatur der Probe darf während des gesamten Versuches 40 °C nicht überschreiten. Die Temperatur des Prüflaboratoriums muss, falls nicht anders festgelegt, zwischen 10 °C und 35 °C liegen.

#### 10.4.6 Gültigkeit des Versuches

Wenn das Versagen innerhalb der Einspannung oder innerhalb einer Entfernung von  $2d$  von der Einspannung erfolgt oder von einem ungewöhnlichen Merkmal der Probe ausgeht, darf der Versuch als ungültig angesehen werden.

### 11 Prüfung der Spannungsrisskorrosion in einer Thiocyanatlösung

**ANMERKUNG** Anhang B und Anhang C legen Alternativverfahren zur Ermittlung der Beständigkeit ggü. Spannungsrisskorrosion der Erzeugnisse fest. Anhang B enthält ein Spannungskorrosionsprüfverfahren in Thiocyanat-Lösung mit galvanostatischem Strom für Stahldrähte zum Vorspannen von Beton. Anhang C enthält ein Verfahren zur Ermittlung des Widerstands von Vorspannerzeugnissen gegenüber Spannungsrisskorrosion, anhand eines Prüfverfahrens im destillierten Wasser.

#### 11.1 Prinzip des Versuches

Aus dem Prüfverfahren ergibt sich die Zeit bis zum Bruch einer Probe, die bei konstanter Zugkraft  $F_0$ , festgelegt in der entsprechenden Erzeugnisnorm, und bei konstanter Temperatur in eine Lösung von Thiocyanat (siehe 11.3.5) getaucht wird.

#### 11.2 Probenabschnitt und Probe

Es gelten die allgemeinen Bedingungen nach Abschnitt 4 für den Probenabschnitt, der für mindestens sechs Proben für die Prüfung auf Spannungsrisskorrosion und für zwei Proben für die Ermittlung von  $\bar{F}_m$  im einachsigen Zugversuch ausreichen sollte, wenn die Anfangskraft ( $F_0$ ) als Prozentsatz von  $\bar{F}_m$ , z. B. 80 % von  $\bar{F}_m$ , angegeben wird.

Die Länge ( $L_t$ ) einer Probe muss ausreichend groß sein, um jegliches Biegen durch die Verankerung zu minimieren und sollte vorzugsweise zweimal Länge ( $L_0$ ) sein.

## 11.3 Prüfeinrichtung

### 11.3.1 Rahmen

Ein starrer Rahmen ist zu verwenden. Die Last ist über eine Hebelvorrichtung oder durch eine hydraulische oder mechanische Vorrichtung in horizontaler oder vertikaler Richtung auf einen geschlossenen Rahmen aufzubringen.

### 11.3.2 Kraftmesseinrichtung

Es ist eine Kraftmesseinrichtung mit einer Genauigkeit von mindestens  $\pm 2\%$  anzuwenden, die nach ISO 7500-1 geeicht ist.

### 11.3.3 Zeitmesseinrichtung

Die Zeit ist mit einer Auflösung von mindestens 0,01 h zu messen. Die Zeitmesseinrichtung muss mit einer automatischen Kontrolle zum Anhalten ausgerüstet sein und den Bruchzeitpunkt speichern oder mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,1$  h aufzeichnen. Alternativ ist die Bruchzeit die letzte von Hand aufgezeichnete Zeit vor dem Bruch.

### 11.3.4 Prüfzelle mit Prüflösung

Die Zelle für die Prüflösung sollte vorzugsweise zylindrisch und an beiden Enden abgedichtet sein. Sie muss einen Innendurchmesser ( $D_c$ ) nach Gleichung (5) haben:

$$D_c \geq \sqrt{(200 + d) \times d} \quad (5)$$

dabei sind alle Maße in Millimeter.

Empfohlene Innendurchmesser ( $D_c$ ) sind in Tabelle 4 angegeben.

**Tabelle 4 — Empfohlene Innendurchmesser  $D_c$  der Prüfzelle**  
Maße in mm

| Nenn Durchmesser der Probe<br>$d$ | Empfohlene Werte von<br>$D_c$ |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| $d \leq 19$                       | $\geq 70$                     |
| $19 < d \leq 50$                  | $\geq 100$                    |

Die Prüfzellenlänge muss eine Prüflänge ( $L_0$ ) von mindestens 200 mm ermöglichen.

Die Prüfzelle muss aus einem Werkstoff bestehen, der gegen die Prüflösung bei 50 °C chemisch beständig ist.

Während des Versuchs ist die Prüfzelle geschlossen zu halten und Luftzutritt ist zu vermeiden.

### 11.3.5 Prüflösung

Die Prüflösung kann aus den zwei unten spezifizierten ausgewählt werden; diese stellen eine hohe beziehungsweise eine niedrige Konzentration an Thiocyanat dar.

- Lösung A: Wässrige Lösung von Ammoniumthiocyanat, hergestellt durch Lösen von 200 g  $\text{NH}_4\text{SCN}$  in 800 ml destilliertem oder entmineralisiertem Wasser. Das Ammoniumthiocyanat muss analytisch mindestens 99 %  $\text{NH}_4\text{SCN}$  und darf höchstens 0,005 %  $\text{Cl}^-$ , 0,005 %  $\text{SO}_4^{2-}$  und 0,001 %  $\text{S}^{2-}$  aufweisen.

**E DIN EN ISO 15630-3:2024-04**  
**prEN ISO 15630-3:2024 (D)**

- Lösung B: Wässrige Lösung von Kaliumsulfat ( $K_2SO_4$ ), Kaliumchlorid (KCl) und Kaliumthiocyanat (KSCN), hergestellt mit destilliertem oder entmineralisiertem Wasser. Prüflösung B muss  $5 \text{ g/l } SO_4^{2-}$ ,  $0,5 \text{ g/l } Cl^-$  und  $1 \text{ g/l } SCN^-$  enthalten.

Die elektrische Leitfähigkeit des Wassers für die Herstellung der Lösungen A und B darf  $20 \mu\text{S/cm}$  nicht überschreiten.

Es ist darauf hinzuweisen, dass diese zwei Lösungen zu unterschiedlichen Ergebnissen führen, die nicht vergleichbar sind. Die verwendete Lösung sollte die in der Erzeugnisnorm festgelegte sein.

**WARNUNG — Maßgebliche Informationen über Materialsicherheitsdatenblätter (MSDS) für den Umgang mit gefährlichen Chemikalien und die Beseitigung dieser Chemikalien müssen für die in dieser Prüfung verwendeten Chemikalien berücksichtigt werden.**

## **11.4 Prüfverfahren**

### **11.4.1 Bedingungen für die Proben**

Die Probe ist durch Abwischen mit einem weichen Tuch zu reinigen, z. B. mit Aceton ( $CH_3COCH_3$ ) zu entfetten und in Luft zu trocknen.

Die Probe muss in den Bereichen, in denen sie in die Prüfzelle eintritt und mindestens 50 mm in das Innere der Prüfzelle hinein, durch Lack oder ähnliche Mittel vor Korrosion geschützt werden. Die Prüflänge ( $L_0$ ) ist die Länge der Probe in Kontakt mit der Lösung.

### **11.4.2 Aufbringen und Aufrechterhalten der Kraft**

Die Probe wird in dem Spannrahmen befestigt und die Prüfzelle angebracht. Die Probe ist zu belasten, bis  $F_0$  erreicht ist.

Die für  $F_0$  angezeigte Kraft ist während der Versuchsdauer mit einer Schwankung von höchstens  $\pm 2 \%$  aufrechtzuerhalten.

Der Wert für  $F_0$  ist zur Zeit ( $t_0$ ) aufzuzeichnen und ist während des Versuchs in angemessenen Abständen zu bestätigen oder, wenn nötig, nachzustellen.

### **11.4.3 Füllen der Prüfzelle**

Nach Abschluss des Aufbringens der Kraft ist die Prüfzelle abzudichten und die auf  $50^\circ\text{C}$  bis  $55^\circ\text{C}$  vorgewärmte Prüflösung mit dem Volumen ( $V_0$ ) einzufüllen, die für jeden Versuch frisch sein muss.  $V_0$  muss mindestens  $5 \text{ ml}$  je  $\text{cm}^2$  Probenoberfläche innerhalb der Prüflänge ( $L_0$ ) entsprechen. Das Füllen ist innerhalb 1 min für Draht und Litze und 5 min für Stäbe zu beenden und dann das Zeitmessgerät auf die Anfangszeit ( $t_0$ ) zu stellen.

Die Probe muss in der Prüfzelle vollständig in Prüflösung eingetaucht sein.

Die Lösung darf während des Versuchs nicht umgewälzt werden.

### **11.4.4 Temperatur während des Versuches**

Innerhalb des Zeitabschnitts  $t_0$  bis  $t_0 + 5 \text{ min}$  ist die Temperatur der Prüflösung auf  $(50 \pm 1)^\circ\text{C}$  für Drähte und Litzen und auf  $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$  für Stäbe einzustellen und im betreffenden Bereich für die Dauer des Versuches aufrechtzuerhalten.

### **11.4.5 Beendigung des Versuches**

Der Versuch ist entweder beim Bruch der Probe oder nach einer vereinbarten Zeit ( $t_a$ ) als beendet anzusehen.

Bei Litzen ist der Versuch als beendet anzusehen, sobald wenigstens ein Draht gebrochen ist. Wenn der Bruch der Probe außerhalb der Prüflänge ( $L_0$ ) erfolgt, ist die Prüfung als ungültig anzusehen.

Die Zeit ( $t_{f,i}$ ) bis zum Bruch ist zu messen und auf die nächsten 0,1 h aufzuzeichnen. Wenn der Bruch nicht innerhalb der Zeit ( $t_a$ ) erfolgt ist, ist das Ergebnis  $t_{f,i} > t_a$  anzugeben.

#### 11.4.6 Ermittlung des Medians der Lebensdauer bis zum Bruch

Wenn alle Proben der Versuchsreihe geprüft sind, werden die Ergebnisse  $t_{f,i}$  entsprechend ihren Werten für die Lebensdauer bis zum Bruch geordnet. Als Median der Lebensdauer ( $t_{f,m}$ ) ist der Wert in der Mitte dieser geordneten Reihe oder, bei geradzahligen Versuchsergebnissen, das arithmetische Mittel von zwei Werten in der Mitte zu nehmen.

## 12 Umlenk-Zugversuch

### 12.1 Prinzip des Versuches

Der Versuch besteht darin, für fünf Proben aus einem Probenabschnitt einer Litze mit einem Nenndurchmesser gleich oder größer als 12,5 mm die Abnahme der Höchstkraft infolge Umlenkung um  $20^\circ$  um einen festgelegten Dorn gegenüber der Höchstkraft im einachsigen Zugversuch zu ermitteln.

### 12.2 Probenabschnitt und Proben

Für den Probenabschnitt, dessen Länge zur Herstellung von mindestens 12 Proben ausreichen muss, gelten die allgemeinen Bedingungen nach Abschnitt 4.

Jedem Ende des Probenabschnittes ist eine Probe zu entnehmen, die im einachsigen Zugversuch zur Ermittlung von  $\bar{F}_m$  zu prüfen ist.

Der Rest des Probenabschnittes ist in mindestens 10 Proben für Umlenk-Zugversuche zu zerschneiden.

Fünf gültige Prüfergebnisse reichen zur Berechnung des  $D$ -Wertes (siehe 12.4) aus. Da aber auch ungültige Versuche vorkommen können, wird vorgeschlagen, mindestens 10 Proben verfügbar zu haben.

Die Länge jeder Probe muss für Prüfung und Einspannung ausreichen.

Außer dem Abschneiden ist keine Behandlung oder Vorbereitung der Proben erlaubt.

### 12.3 Prüfeinrichtung

#### 12.3.1 Allgemeine Beschreibung

Die Prüfmaschine muss einen starren Rahmen haben und die in 12.3.2 bis 12.3.5 festgelegten Anforderungen erfüllen. Die Prüfmaschine besteht aus einer passiven Verankerung, einer beweglichen aktiven Verankerung mit daran angebrachter Kraftmesseinrichtung, einer Belastungsvorrichtung und einem fixierten Dorn mit Nut mit festgelegten Maßen.

#### 12.3.2 Maße

Die Maße der in Bild 7 dargestellten Prüfeinrichtung müssen wie folgt sein:

$$L_1: (700 \pm 50) \text{ mm};$$

$$L_2: \geq 750 \text{ mm};$$

$$\alpha: (20 \pm 0,5)^\circ.$$