

DIN EN ISO 15630-3

ICS 77.140.15

Ersatz für
DIN EN ISO 15630-3:2002-08

**Stähle für die Bewehrung und das Vorspannen von Beton –
Prüfverfahren –
Teil 3: Spannstähle (ISO 15630-3:2010);
Deutsche Fassung EN ISO 15630-3:2010**

Steel for the reinforcement and prestressing of concrete –
Test methods –
Part 3: Prestressing steel (ISO 15630-3:2010);
German version EN ISO 15630-3:2010

Aciers pour l'armature et la précontrainte du béton –
Méthodes d'essai –
Partie 3: Aciers de précontrainte (ISO 15630-3:2010);
Version allemande EN ISO 15630-3:2010

Gesamtumfang 37 Seiten

Normenausschuss Eisen und Stahl (FES) im DIN
Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Nationales Vorwort

Der Text von ISO 15630-3:2010 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 17/SC 16 „Steels for the reinforcement and prestressing of concrete“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als EN ISO 15630-3:2010 durch das Technische Komitee ECISS/TC 104 „Stähle für die Bewehrung und das Vorspannen von Beton“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) des Europäischen Komitees für Eisen- und Stahlnormung (ECISS) übernommen.

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

DIN EN ISO 15630 besteht unter dem Haupttitel „*Stähle für die Bewehrung und das Vorspannen von Beton — Prüfverfahren*“ aus folgenden Teilen:

- *Teil 1: Bewehrungsstäbe, -walzdraht und -draht*
- *Teil 2: Geschweißte Matten*
- *Teil 3: Spannstähle*

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 15630-3:2002-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Tabelle 1 überarbeitet;
- b) letzten Absatz im Abschnitt 4 nicht als Anmerkung eingefügt;
- c) 5.1 und 5.3.1 ausführlicher formuliert sowie Anmerkung gestrichen;
- d) Fußnote 1 in 5.3.1 neu aufgenommen;
- e) Anmerkung in 6.3 gestrichen;
- f) Text in 6.4 ausführlicher formuliert;
- g) 8.4.8 aufgenommen;
- h) 9.4.6 gestrichen;
- i) Text in 10.3.5 überarbeitet und Warnvermerk aufgenommen;
- j) Klammerausdruck in 11.3.5 ergänzt;
- k) 13.3.1.6 aufgenommen;
- l) 13.3.2.4 aufgenommen;
- m) Formeln im Abschnitt 14 überarbeitet;
- n) Bild 8 überarbeitet;
- o) Literaturhinweis ergänzt;
- p) Norm redaktionell überarbeitet.

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

ISO 4957 siehe DIN EN ISO 4957

ISO 6508-1 siehe DIN EN ISO 6508-1

ISO 6892-1 siehe DIN EN ISO 6892-1

ISO 7500-1 siehe DIN EN ISO 7500-1

ISO 7801 siehe DIN ISO 7801

ISO 9513 siehe DIN EN ISO 9513

Frühere Ausgaben

DIN EN ISO 15630-3: 2002-08

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 4957, *Werkzeugstähle*

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

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

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

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

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

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Stähle für die Bewehrung und das Vorspannen von Beton —
Prüfverfahren —
Teil 3: Spannstähle
(ISO 15630-3:2010)

Steel for the reinforcement and prestressing of concrete —
Test methods —
Part 3: Prestressing steel
(ISO 15630-3:2010)

Aciers pour l'armature et la précontrainte du béton —
Méthodes d'essai —
Partie 3: Aciers de précontrainte
(ISO 15630-3:2010)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 14. Oktober 2010 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 oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

Seite

Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Symbole	6
4 Allgemeine Bedingungen für Proben	8
5 Zugversuch.....	9
5.1 Probe.....	9
5.2 Prüfeinrichtung	9
5.3 Prüfverfahren	9
5.3.1 Allgemeines.....	9
5.3.2 Ermittlung des Elastizitätsmoduls	10
6 Biegeversuch	10
6.1 Probe.....	10
6.2 Prüfeinrichtung	10
6.3 Prüfverfahren	11
6.4 Auswertung der Prüfergebnisse	11
7 Hin- und Herbiegeversuch	11
7.1 Probe.....	11
7.2 Prüfeinrichtung	11
7.3 Prüfverfahren	12
8 Isothermischer Relaxationsversuch	12
8.1 Prinzip des Versuches	12
8.2 Probe.....	13
8.3 Prüfeinrichtung	13
8.3.1 Rahmen.....	13
8.3.2 Kraftmesseinrichtung.....	13
8.3.3 Längenmesseinrichtung (Extensometer).....	13
8.3.4 Einspannvorrichtung.....	13
8.3.5 Belastungseinrichtung.....	13
8.4 Prüfverfahren	14
8.4.1 Bedingungen für Proben.....	14
8.4.2 Aufbringen der Kraft.....	14
8.4.3 Anfangskraft.....	15
8.4.4 Kraft während des Versuches	15
8.4.5 Aufrechterhaltung und Aufzeichnung der Dehnung.....	15
8.4.6 Temperatur	15
8.4.7 Häufigkeit der Kraftaufzeichnung	15
8.4.8 Häufigkeit der Dehnungsaufzeichnung.....	15
8.4.9 Versuchsdauer.....	15
9 Axialer Dauerschwingversuch	16
9.1 Prinzip des Versuches	16
9.2 Probe.....	17
9.3 Prüfeinrichtung	17
9.4 Prüfverfahren	17
9.4.1 Bedingungen für die Probe.....	17
9.4.2 Stabilität von Kraft und Frequenz	17

9.4.3	Zählen der Lastwechsel	17
9.4.4	Frequenz	17
9.4.5	Temperatur	17
9.4.6	Gültigkeit des Versuches	18
10	Prüfung der Spannungsrisskorrosion in einer Thiocyanatlösung	18
10.1	Prinzip des Versuches	18
10.2	Probenabschnitt und Probe	18
10.3	Prüfeinrichtung	18
10.3.1	Rahmen	18
10.3.2	Kraftmesseinrichtung	18
10.3.3	Zeitmesseinrichtung	18
10.3.4	Zelle mit Prüflösung	18
10.3.5	Prüflösung	19
10.4	Prüfverfahren	19
10.4.1	Bedingungen für die Proben	19
10.4.2	Aufbringen und Aufrechterhalten der Kraft	19
10.4.3	Füllen der Zelle	20
10.4.4	Temperatur während des Versuches	20
10.4.5	Beendigung des Versuches	20
10.4.6	Ermittlung des Medians der Lebensdauer bis zum Bruch (\bar{t}_f)	20
11	Umlenk-Zugversuch	20
11.1	Prinzip des Versuches	20
11.2	Probenabschnitt und Probe	20
11.3	Prüfeinrichtung	21
11.3.1	Allgemeine Beschreibung	21
11.3.2	Maße	21
11.3.3	Verankerungen	21
11.3.4	Dorn	22
11.3.5	Belastungseinrichtung	24
11.4	Prüfverfahren	24
12	Chemische Analyse	24
13	Messung der geometrischen Merkmale	24
13.1	Probe	24
13.2	Prüfeinrichtung	25
13.3	Prüfverfahren	25
13.3.1	Rippenmessungen	25
13.3.2	Messung der Profilierung	26
13.3.3	Schlaglänge von Litzen (P)	26
13.3.4	Geradheit	26
14	Ermittlung der bezogenen Rippenfläche (f_R)	27
14.1	Allgemeines	27
14.2	Berechnung von f_R	27
14.2.1	Bezogene Rippenfläche	27
14.2.2	Vereinfachte Formeln	28
14.2.3	Für die Berechnung von f_R verwendete Formel	29
15	Ermittlung der Abweichung von der Nennmasse je Meter	29
15.1	Probe	29
15.2	Messgenauigkeit	29
15.3	Prüfverfahren	29
16	Prüfbericht	30
	Literaturhinweise	31

Vorwort

Der Text von ISO 15630-3:2010 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 17 „Stahl“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als EN ISO 15630-3:2010 durch das Technische Komitee ECISS/TC 104 „Stähle für die Bewehrung und das Vorspannen von Beton“ übernommen, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis April 2011, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 2011 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte 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 15630-3:2002.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, 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, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 15630-3:2010 wurde vom CEN als EN ISO 15630-3:2010 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Das Ziel von ISO 15630 ist es, in einer Norm alle für Bewehrungs- und Spannstähle in Betracht kommenden Prüfverfahren zur Verfügung zu stellen. Daher wurden die für die Prüfung dieser Erzeugnisse bestehenden Internationalen Normen überarbeitet und auf den neuesten Stand gebracht. Einige weitere Prüfverfahren wurden hinzugefügt.

Soweit sie in Betracht kommen, wird auf allgemeine Internationale Normen für die Prüfung von Metallen verwiesen. Wo es erforderlich war, wurden ergänzende Bedingungen festgelegt.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 15630 legt die für Spannstahl (Stab, Draht, Litze) für Beton in Betracht kommenden Prüfmethoden fest.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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 4957, *Tool steels*

ISO 6508-1, *Metallic materials — Rockwell hardness test — Part 1: Test method (scales A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T)*

ISO 6892-1, *Metallic materials — Tensile testing — Part 1: Method of test at room temperature*

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*

ISO 7801:1984, *Metallic materials — Wire — Reverse bend test*

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

3 Symbole

In diesem Teil von prEN ISO 15630 verwendeten Symbole sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1 — Symbole

Symbole	Einheit	Beschreibung	Verweis
a_m	mm	Rippenhöhe in der Mitte	13.3, 14.2
a_{max}	mm	Maximale Rippenhöhe oder Profiltiefe	13.3
$a_{s,i}$	mm	Durchschnittliche Höhe eines Anteils i einer in p Teile der Länge Δl unterteilten Rippe	14.2
$a_{1/4}$	mm	Rippenhöhe am Viertelpunkt	13.3, 14.2
$a_{3/4}$	mm	Rippenhöhe am Dreiviertelpunkt	13.3, 14.2
A	%	Prozentuale Bruchdehnung	5.1, 5.3
A_{gt}	%	Prozentuale Gesamtdehnung bei Höchstkraft	Abschnitt 5
b	mm	Kopfbreite der Querrippe in Rippenmitte	13.3.1.6
c	mm	Rippen- oder Profilabstand	13.3
C	mm	Breite der Nut beim Nenndurchmesser d_a des im Umlenk-Zugversuch verwendeten Dorns	11.3.4
d	mm	Nenndurchmesser des Stabes, Drahtes oder der Litze	5.3.1, 7.2, 9.2, 9.4.6, 10.3.4

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbole	Einheit	Beschreibung	Verweis
d_a	mm	Nenn Durchmesser des im Umlenk-Zugversuch verwendeten Dorns	11.3.4
d_b	mm	Durchmesser mit 2 Messzylindern in der Nut des im Umlenk-Zugversuch verwendeten Dorns	11.3.4
d_e	mm	Durchmesser des im Umlenk-Zugversuch verwendeten Messzylinders	11.3.4
d_g	mm	Durchmesser der Bohrung des Mitnehmers	7.2
d_i	mm	Innendurchmesser der Nut des im Umlenk-Zugversuch verwendeten Dorns	11.3.4
D	%	Mittelwert der Abnahme der Höchstkraft im Umlenk-Zugversuch	11.2, 11.4
D_c	mm	Innendurchmesser der Zelle für die Spannungsrisskorrosionsprüfung	10.3.4
D_i	%	Einzelprozentsatz der Abnahme der Höchstkraft im Umlenk-Zugversuch	11.4
D_m	mm	Durchmesser des Biegedorns der Biegevorrichtung im Biegeversuch	6.2.1
e	mm	Durchschnittlicher Abstand zwischen benachbarten Rippen- oder Profilierungsreihen	13.3.1.4, 13.3.2.5
E	MPa	Elastizitätsmodul	5.2, 5.3
f	Hz	Frequenz der Lastwechsel im axialen Dauerschwingversuch	9.1, 9.4.2
f_R	—	Bezogene Rippenfläche	Abschnitt 14
$F_{a,i}$	N	Einzelne Bruchkraft im Umlenk-Zugversuch	11.4
F_m	N	Höchstkraft im Zugversuch	5.3
\bar{F}_m	N	Mittelwert der Höchstkraft	8.2, 10.2, 11.2, 11.4
$F_{p0,1}$	N	Kraft für 0,1 % Dehnung, nicht proportionale Verlängerung	5.2, 5.3
$F_{p0,2}$	N	Kraft für 0,2 % Dehnung, nicht proportionale Verlängerung	5.2, 5.3
F_r	N	Lastbereich im axialen Dauerschwingversuch	9.1, 9.3, 9.4.2
F_{rt}	N	Restkraft der Probe zur Zeit t im Relaxationsversuch	8.1
ΔF_{rt}	N	Kraftverlust an der Probe zur Zeit t im Relaxationsversuch	8.1
F_R	mm ²	Fläche des Längsschnittes einer Rippe	14.2
F_{up}	N	Oberlast im axialen Dauerschwingversuch	9.1, 9.3, 9.4.2
F_0	N	Anfangskraft im isothermischen Relaxationsversuch und bei der Spannungsrisskorrosionsprüfung	8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 10.1, 10.2, 10.4.2
G	mm	Tiefe der Nut des im Umlenk-Zugversuch verwendeten Dorns	11.3.4
h	mm	Abstand von der Oberkante des Biegezyinders bis zur Unterkante des Mitnehmers	7.2
h_b	mm	Bogenhöhe in der Ebene des Bogens	13.3.4
l	mm	Länge der Profilierung	13.3.2.4
L_t	mm	Länge der Probe für die Spannungsrisskorrosionsprüfung	10.2
L_0	mm	Messlänge (unbelastete Probe) im isothermischen Relaxationsversuch Länge der Probe in Kontakt mit der Lösung bei der Spannungsrisskorrosionsprüfung	8.1, 8.3, 8.4, 10.2, 10.3.4, 10.4.1, 10.4.3,

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbole	Einheit	Beschreibung	Verweis
			10.4.5
ΔL_0	mm	Verlängerung der Messlänge L_0 unter Kraft F_0 im isothermischen Relaxationsversuch	8.1, 8.3, 8.4
L_1	mm	Länge der passiven Seite im Umlenk-Zugversuch	11.3.2
L_2	mm	Länge der aktiven Seite im Umlenk-Zugversuch	11.3.2
m, n	—	Koeffizienten oder Anzahl	8.4.9, 13.3, 14.2
P	mm	Schlaglänge einer Litze	13.3.3
r	mm	Radius des Biegezyllinders	7.2
R	mm	Radius am Grunde der Nut des im Umlenk-Zugversuch verwendeten Dorns	11.3.4
Ra	μm	Oberflächenrauheit des im Umlenk-Zugversuch verwendeten Dorns	11.3.4
S_n	mm^2	Nenn-Querschnittsfläche der Probe	5.3.2
t_a	h	Vereinbarte Höchstdauer für die Spannungsrisskorrosionsprüfung	10.4.5
$t_{f,i}$	h	Einzelwert der Lebensdauer bis zum Bruch bei der Spannungsrisskorrosionsprüfung	10.4.5
\bar{t}_f	h	Median der Lebensdauer bis zum Bruch bei der Spannungsrisskorrosionsprüfung	10.4.6
t_0	s	Startzeit im isothermischen Relaxationsversuch und bei der Spannungsrisskorrosionsprüfung	8.4.2, 10.4
V_0	mm^3	Volumen der Prüflösung zur Füllung der Prüfzelle für die Spannungsrisskorrosionsprüfung	10.4.3
Z	%	Prozentuale Flächenreduzierung	5.3.1
α	°	Umlenkwinkel im Umlenk-Zugversuch	11.3.2
β	°	Neigungswinkel der Rippe oder des Profils zur Stab- oder Drahtachse	13.3
ε_x	—	Wert der Dehnung für eine Kraft gleich x	5.3.2
ρ	%	Relaxation	8.4.9
$\sum e_i$	mm	Anteil des Umfanges ohne Profilierung oder Rippen	13.3.1.4, 13.3.2.5, 14.2
ANMERKUNG 1 MPa = 1 N/mm ² .			

4 Allgemeine Bedingungen für Proben

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

Bei der Probenahme 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 können in den betreffenden Abschnitten dieses Teils der ISO 15630 besondere ergänzende Bedingungen für die Proben angegeben sein, 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 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.

Genauere Werte von A_{gt} kann man nur mit einem Extensometer erhalten. Falls es nicht möglich ist, das Extensometer bis zum Bruch an der Probe 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 und der Abstand zwischen den Querhäuptern der Maschine gemessen. Die Kraftaufbringung ist bis zum Bruch fortzusetzen. Der endgültige Abstand zwischen den Oberhäuptern 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 (siehe ISO 6892-1).

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 anzugeben¹⁾.

Die Eigenschaften $F_{p0,1}$, $F_{p0,2}$, F_m werden in Kräfteinheiten angegeben.

Für die Ermittlung der prozentualen Bruchdehnung (A) muss die originale Messlänge achtmal dem Nenndurchmesser (d) sein, falls in der entsprechenden Erzeugnisnorm nicht anders festgelegt. Im Streiffall 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 (S_n) im Bereich zwischen $0,2 F_m$ und $0,7 F_m$, dividiert durch die Nenn-Querschnittsfläche der Probe (S_n) zu ermitteln.

$$E = [(0,7 F_m - 0,2 F_m) / (\varepsilon_{0,7 F_m} - \varepsilon_{0,2 F_m})] / S_n \quad (1)$$

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 folgt ermittelt werden:

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

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

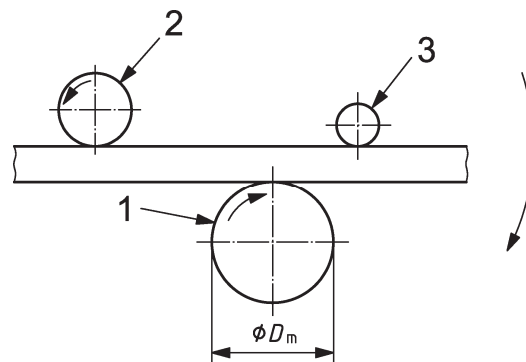
Es gelten die allgemeinen Bedingungen nach Abschnitt 4.

6.2 Prüfeinrichtung

6.2.1 Es ist eine Biegevorrichtung nach dem in Bild 1 gezeigten Prinzip zu verwenden.

ANMERKUNG Bild 1 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.

1) Für die laufende Überwachung durch den Spannstahlhersteller sollten die Prüfinformationen in der internen Dokumentation enthalten sein.



Legende

- 1 Biegedorn
- 2 Auflager
- 3 Mitnehmer

Bild 1 — 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 des Biegeversuches ist nach den Anforderungen der betreffenden Erzeugnisnorm durchzuführen.

Wenn diese Anforderungen 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 7801:1984, Abschnitt 4, entsprechen.

Für Draht mit Nenndurchmesser $10 \text{ mm} < d \leq 12,5 \text{ mm}$ gelten die folgenden in ISO 7801 festgelegten Bedingungen für die Prüfeinrichtung, $r = (30 \pm 1) \text{ mm}$, $h = 125 \text{ mm}$, $d_g = 11 \text{ mm}$ oder 13 mm .

7.3 Prüfverfahren

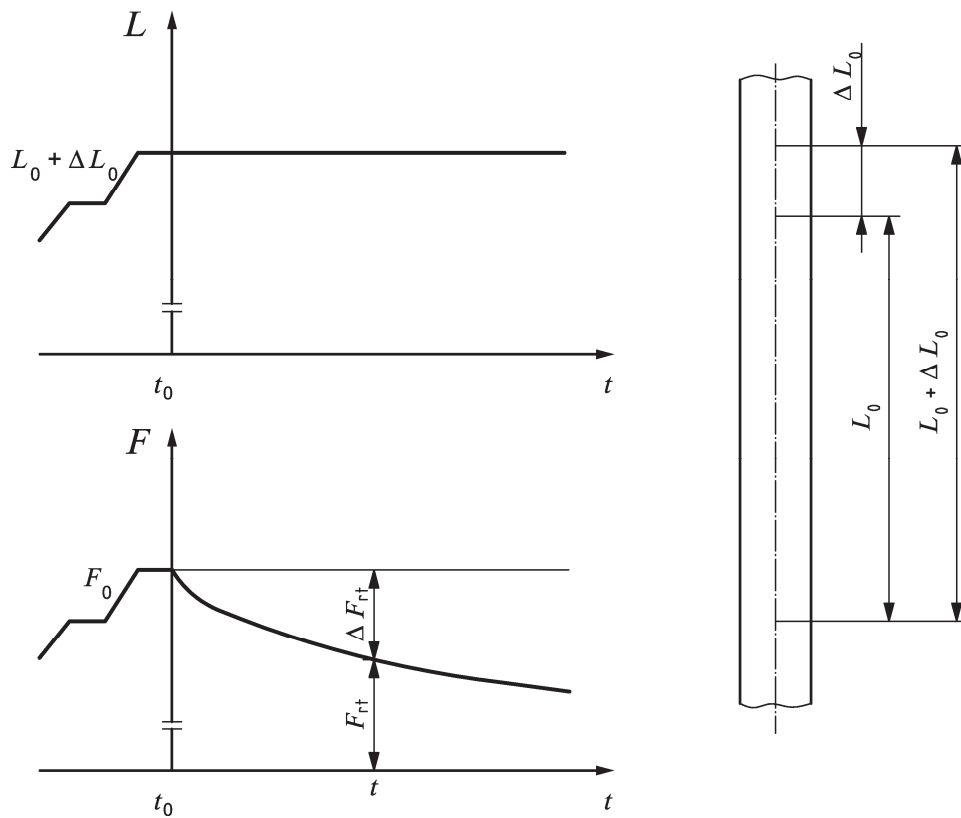
Der Hin- und Herbiegeversuch ist nach ISO 7801 durchzuführen.

8 Isothermischer Relaxationsversuch

8.1 Prinzip des Versuches

Der isothermische Relaxationsversuch bei gegebener Temperatur (im Allgemeinen $20 \text{ }^\circ\text{C}$, 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 2).

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



Legende

t Zeit
 L Länge
 F Kraft

Bild 2 — Prinzip des isothermischen Relaxationsversuches

8.2 Probe

Es gelten die allgemeinen Bedingungen nach Abschnitt 4.

Die Probe für den 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.

8.3 Prüfeinrichtung

8.3.1 Rahmen

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

8.3.2 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.

Jede andere geeignete Einrichtung muss dieselbe Genauigkeit aufweisen wie für die Kraftmessdose festgelegt.

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

8.3.3 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 eine Ausgangsleistung oder ein Auflösungsvermögen der Datenausgabe oder Messskala von mindestens $1 \times 10^{-6} L_0$ oder 1 μm haben; der größere Wert gilt.

8.3.4 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.

8.3.5 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 8.4.5 festgelegten Grenzen durch Verringerung der Kraft gehalten werden kann.

8.4 Prüfverfahren

8.4.1 Bedingungen für Proben

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

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

8.4.2 Aufbringen der Kraft

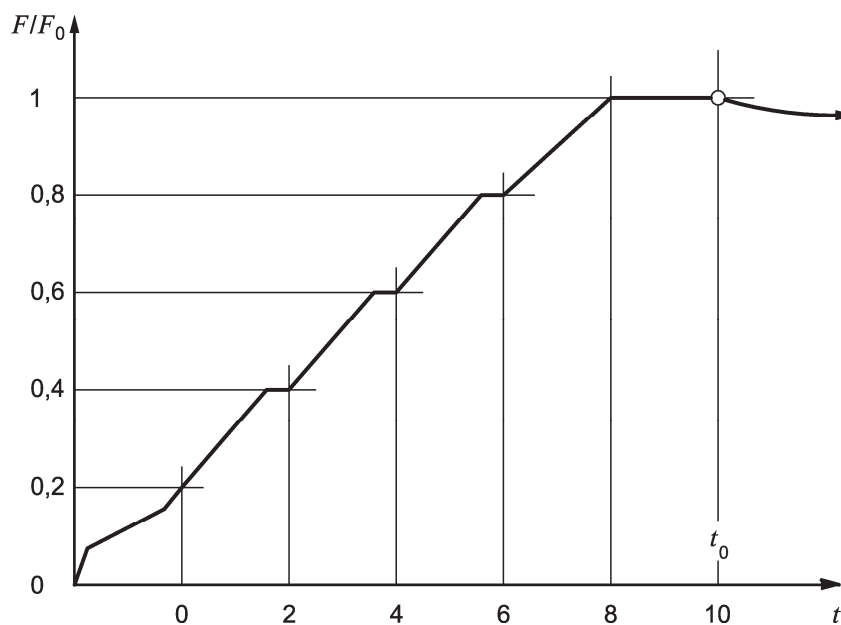
Das Aufbringen der Kraft muss stets gleichmäßig und ohne Stoß erfolgen.

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 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 3 schematisch dargestellt.



Legende

t Zeit (min)

F/F_0 Verhältnis zwischen aufgebrachter Kraft und Anfangskraft F_0

Bild 3 — Aufbringen der Kraft im Relaxationsversuch

8.4.3 Anfangskraft

Die Anfangskraft F_0 muss dem in der betreffenden Erzeugnisnorm festgelegten Wert entsprechen. Der gemessene Wert der Anfangskraft muss innerhalb der in Tabelle 2 angegebenen Toleranzen für den festgelegten Wert liegen.

Tabelle 2 — Toleranz für F_0

Wert von F_0	Toleranz für F_0
$F_0 \leq 1\,000$ kN	$\pm 1\%$
$F_0 > 1\,000$ kN	$\pm 2\%$

8.4.4 Kraft während des Versuches

Zu keiner Zeit darf die Kraft die in Tabelle 2 angegebenen Toleranzen für die Werte der Anfangskraft F_0 über- bzw. unterschreiten.

8.4.5 Aufrechterhaltung und Aufzeichnung der Dehnung

Die durch die Anfangskraft F_0 zurzeit t_0 bewirkte Dehnung ist mit einer geeigneten mechanischen, elektrischen oder optischen Längenmeseinrichtung mit der in 8.3.3 für die gewählte Anfangsmesslänge L_0 definierten Genauigkeit zu messen. Die Veränderung von ΔL_0 darf während der Messung $5 \times 10^{-6} L_0$ oder $5 \mu\text{m}$ (der größere Wert gilt), und $7 \times 10^{-6} L_0$ oder $7 \mu\text{m}$ (der größere Wert gilt), zwischen zwei aufeinander folgenden Kraftmessungen nicht überschreiten.

8.4.6 Temperatur

Die Temperatur des Prüflabors muss so sein, dass die Temperatur der Probe innerhalb von $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ gehalten wird.

8.4.7 Häufigkeit der Kraftaufzeichnung

Die Kraftverluste sind kontinuierlich aufzuzeichnen oder zumindest etwa in den in Tabelle 3 angegebenen Standard-Zeitintervallen nach Versuchsbeginn zu messen und danach mindestens einmal pro Woche.

Tabelle 3 — Standard-Zeitintervalle für die Kraftaufzeichnung

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

8.4.8 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.

8.4.9 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 Formel

$$\log \rho = m \log t + n \tag{2}$$

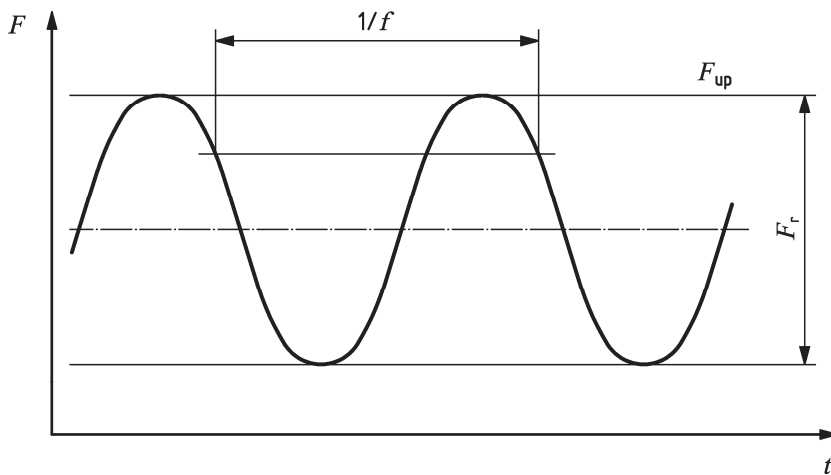
Dabei ist

- ρ die üblicherweise in % ausgedrückte Relaxation,
- t ist die Zeit in Stunden und
- n und m sind Koeffizienten.

9 Axialer Dauerschwingversuch

9.1 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 4). Der Versuch wird bis zum Versagen der Probe oder bis zu der in der betreffenden Erzeugnisnorm festgelegten Anzahl von Lastwechseln ohne Versagen durchgeführt.



Legende

- t Zeit
- F Kraft

Bild 4 — Lastwechsel-Diagramm

9.2 Probe

Es gelten die allgemeinen Bedingungen nach Abschnitt 4.

Die freie Länge muss Tabelle 4 entsprechen.

Tabelle 4 — Freie Mindestlänge der Probe

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

Die freie Länge zwischen den Einpannungen darf keinerlei Behandlung unterzogen werden.

9.3 Prüfeinrichtung

Die Dauerschwingprüfmaschine muss nach ISO 7500-1 kalibriert sein. Sie muss eine Genauigkeit von mindestens $\pm 1 \%$ aufweisen. Die Prüfmaschine 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.

9.4 Prüfverfahren

9.4.1 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.

9.4.2 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.

9.4.3 Zählen der Lastwechsel

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

9.4.4 Frequenz

Die Frequenz der Lastwechsel muss während des Versuches und auch während einer Versuchsserie konstant sein. Sie darf

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

nicht überschreiten.

9.4.5 Temperatur

Die Temperatur der Probe darf während des gesamten Versuches $40 \text{ }^\circ\text{C}$ nicht überschreiten. Die Temperatur des Prüflaboratoriums muss, falls nicht anders festgelegt, zwischen $10 \text{ }^\circ\text{C}$ und $35 \text{ }^\circ\text{C}$ liegen.

9.4.6 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.

10 Prüfung der Spannungsrisskorrosion in einer Thiocyanatlösung

10.1 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 10.3.5) getaucht wird.

10.2 Probenabschnitt und Probe

Es gelten die allgemeinen Bedingungen nach Abschnitt 4 für den Probenabschnitt, der für mindestens 6 Proben für die Prüfung auf Spannungsrisskorrosion und für 2 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.

10.3 Prüfeinrichtung

10.3.1 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.

10.3.2 Kraftmesseinrichtung

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

10.3.3 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.

10.3.4 Zelle mit Prüflösung

Die Zelle für die Prüflösung sollte vorzugsweise zylindrisch und an beiden Enden abgedichtet sein. Sie muss einen Innendurchmesser D_c nach folgender Formel haben:

$$D_c \geq \sqrt{(200 + d) \times d} \quad (\text{alle Maße in mm}) \quad (3)$$

Empfohlene Innendurchmesser D_c sind in Tabelle 5 angegeben.

Tabelle 5 — Empfohlene Innendurchmesser D_c der Prüfzelle

Maße in mm

Nenndurchmesser der Probe, d	Empfohlene Werte von D_c
$d \leq 19$	≥ 70
$19 < d \leq 50$	≥ 100

Die Zellenlänge muss eine Prüflänge L_0 von mindestens 200 mm ermöglichen.

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

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

10.3.5 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 NH_4SCN in 800 ml destilliertem oder entmineralisiertem Wasser. Das Ammoniumthiocyanat muss analytisch mindestens 99 % NH_4SCN und darf höchstens 0,005 % Cl^- , 0,005 % SO_4^{2-} und 0,001 % S^{2-} aufweisen.
- Lösung B: wässrige Lösung von Kaliumsulfat (K_2SO_4), Kaliumchlorid (KCl) und Kaliumthiocyanat (KSCN), hergestellt mit destilliertem oder entmineralisiertem Wasser. Prüflösung B muss 5 g/l SO_4^{2-} , 0,5 g/l Cl^- und 1 g/l SCN^- enthalten.

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

WARNVERMERK — Maßgebliche Informationen über Material Sicherheitsdatenblätter (MSDS) für den Umgang mit gefährlichen Chemikalien und die Beseitigung dieser Chemikalien, müssen für die in dieser Prüfung verwendeten Chemikalien berücksichtigt werden.

10.4 Prüfverfahren

10.4.1 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 Zelle hinein, durch Lack oder ähnliche Mittel vor Korrosion geschützt werden. Die Prüflänge (L_0) ist die Länge der Probe in Kontakt mit der Lösung.

10.4.2 Aufbringen und Aufrechterhalten der Kraft

Die Probe wird in dem Spannrahmen befestigt und die Zelle 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 maximal $\pm 2\%$ 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.

10.4.3 Füllen der Zelle

Nach Abschluss des Aufbringens der Kraft ist die Zelle abzudichten und die auf 50 °C bis 55 °C vorgewärmte Prüflösung mit dem Volumen V_0 einzufüllen, die für jeden Versuch frisch sein muss. V_0 muss mindestens 5 ml je cm^2 Probenoberfläche innerhalb der Prüflänge L_0 entsprechen. Das Füllen ist innerhalb 1 min zu beenden und dann das Zeitmessgerät auf die Anfangszeit t_0 zu stellen.

Die Lösung darf während des Versuchs nicht umgewälzt werden.

10.4.4 Temperatur während des Versuches

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

10.4.5 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 $0,1\text{ h}$ genau aufzuzeichnen. Wenn der Bruch nicht innerhalb der Zeit t_a erfolgt ist, ist das Ergebnis $t_{f,i} > t_a$ anzugeben.

10.4.6 Ermittlung des Medians der Lebensdauer bis zum Bruch (\bar{t}_f)

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 (\bar{t}_f) ist der Wert in der Mitte dieser geordneten Reihe oder, bei geradzahligem Versuchsergebnissen, das arithmetische Mittel von zwei Werten in der Mitte zu nehmen.

11 Umlenk-Zugversuch

11.1 Prinzip des Versuches

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

11.2 Probenabschnitt und Probe

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 11.4) 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.

11.3 Prüfeinrichtung

11.3.1 Allgemeine Beschreibung

Die Prüfmaschine muss einen starren Rahmen haben und die in 11.3.2 bis 11.3.5 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.

11.3.2 Maße

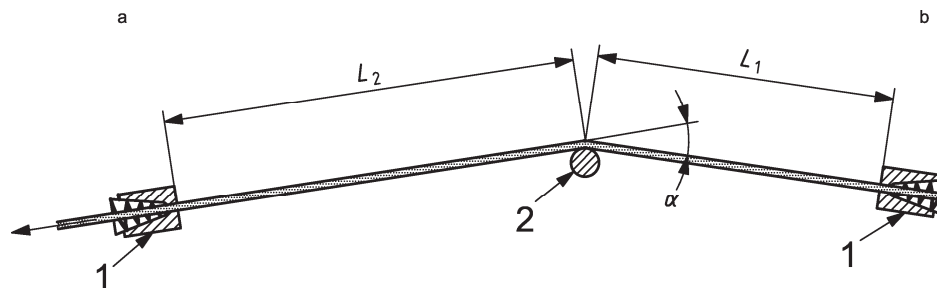
Die Maße der in Bild 5 dargestellten Prüfeinrichtung müssen wie folgt sein:

L_1 : (700 ± 50) mm;

L_2 : ≥ 750 mm;

α : $20^\circ \pm 0,5^\circ$.

Die Achse des Dornes muss senkrecht zur Ebene liegen, die durch die aktive und die passive Verankerung und die Mitte des Dornes gebildet wird.



Legende

- 1 Verankerung
- 2 Zentraler Dorn
- a Aktive Seite
- b Passive Seite

Bild 5 — Hauptmerkmale der Einrichtung für den Umlenk-Zugversuch

11.3.3 Verankerungen

Die Längsachsen beider Enden der Probe müssen senkrecht zur Ebene der Auflager für die Verankerungen sein. Unpassende geometrische Lage kann falsche Prüfergebnisse verursachen.

Die Verankerungen müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- Einachsige Zugversuche mit der im Umlenk-Versuch verwendeten Verankerung (Keile und Matrize) müssen mindestens 95 % der Höchstkraft im üblichen einachsigen Zugversuch nach Abschnitt 5 ergeben.
- Eine Längsverschiebung des Kerndrahts in Bezug auf die äußeren Drähte der Litze muss bei 90 % der Höchstkraft im einachsigen Zugversuch kleiner als 0,5 mm sein.
- Die Verschiebung der Keile in der Verankerung muss kleiner sein als die Werte nach Tabelle 6.
- Der Kontakt zwischen dem konischen Teil der Matrize und den Keilen muss während des Versuchs sichergestellt sein.
- Der gezahnte Teil der Keile muss eine Länge von mindestens 2,5 Litzendurchmesser haben.

Tabelle 6 — Verschiebung der Keile

Prozentsatz der Höchstkraft	Zulässige Verschiebung^a mm
von 0 % bis zum Bruch	5
von 50 % bis zum Bruch	2,5

^a Einbettung der Keile vor Versuchsbeginn ist nicht zu berücksichtigen

11.3.4 Dorn

Der Dorn muss aus Werkzeugstahl nach ISO 4957 hergestellt sein. Chemische Zusammensetzung, Mikrogefüge und Wärmebehandlung müssen so sein, dass der Dorn zäh ist und einen hohen Verschleißwiderstand aufweist.

Die Oberflächenhärte bei Messung nach ISO 6508-1 muss 58 HRC bis 62 HRC betragen.

Die Oberfläche der frischen Dornnut darf eine Rauheit R_a von höchstens 1,6 μm aufweisen. R_a ist in ISO 4287 definiert.

Die Maße des Dornes (siehe Bild 6) sind in Tabelle 7 angegeben.

Tabelle 7 — Maße des Dornes

Dorn		Litzendurchmesser (mm)		
		12,5 bis 13	15 bis 16	17 bis 18
Nennendurchmesser des Dorns, d_a	(mm)	40	49	59
Winkel der Nutflanken		$60^\circ \pm 12'$	$60^\circ \pm 12'$	$60^\circ \pm 12'$
Radius am Grund der Nut, R	(mm)	$2 \pm 0,2$	$2 \pm 0,2$	$2 \pm 0,2$
Tiefe der Nut, G	(mm)	7,6	9,5	12
Nutbreite, C , bei Nennendurchmesser des Dorns, d_a	(mm)	14,4	17,9	21,9
Innendurchmesser, d_i , der Nut	(mm)	$24,7 \pm 0,1$	$29,9 \pm 0,1$	$34,9 \pm 0,1$
Durchmesser mit 2 Zylindern in der Nut, d_b	(mm)	$57,0 \pm 0,1$	$72,0 \pm 0,1$	$81,0 \pm 0,1$
Durchmesser des Messzylinders, d_b	(mm)	14	18	20

Der Dorn ist starr einzuspannen, so dass jegliche Rotation oder eine andere Bewegung unmöglich ist.

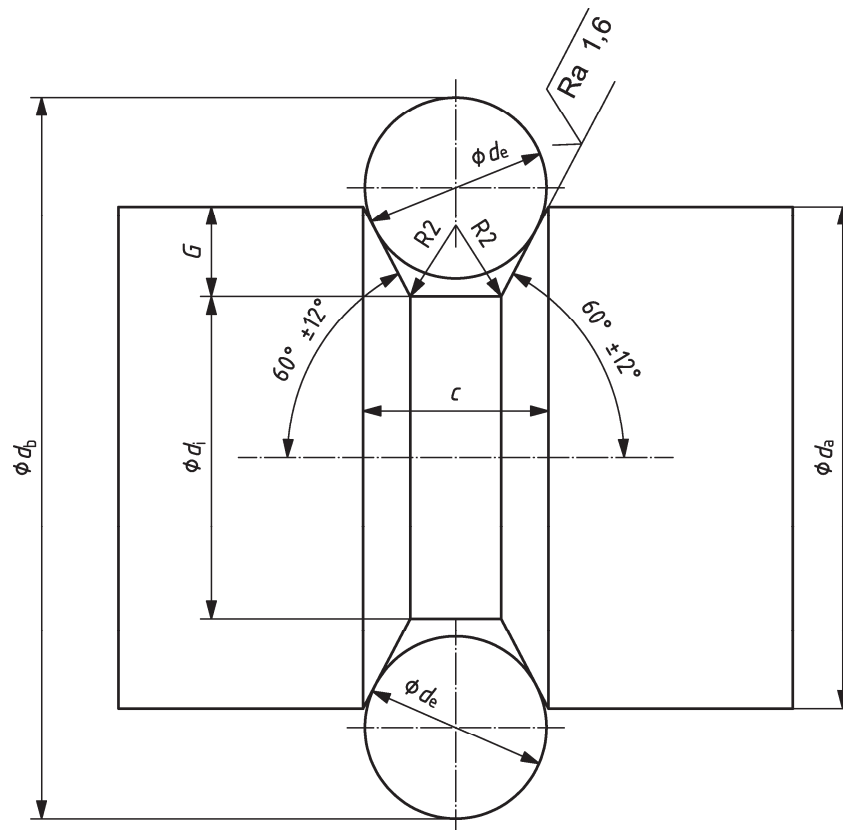


Bild 6 — Dorn

11.3.5 Belastungseinrichtung

Die Einrichtung zum Aufbringen der Kraft, vorzugsweise unter Verwendung einer Kraftmesszelle, muss nach ISO 7500-1 geeicht sein. Die Genauigkeit muss für Kräfte $\geq 10\%$ mindestens $\pm 1\%$ der angezeigten Kraft des gesamten Lastbereichs sein.

Die Belastungsgeschwindigkeit muss einstellbar sein. Diese Geschwindigkeit ist während des Versuches zu überwachen, so dass bei Erreichen von 50 % der erwarteten Bruchkraft die Geschwindigkeit im Bereich von 30 MPa·s bis 60 MPa·s (oder im Dehnungsratenbereich von $15 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ bis $30 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ falls die Prüfung dehnungsgeregelt ist) liegt. Diese Geschwindigkeit ist dann bis zum Bruch aufrechtzuerhalten.

11.4 Prüfverfahren

Vor jedem Versuch ist die Oberfläche der Nut des Dornes sorgfältig zu reinigen (siehe 10.4.1). Wenn die Litze leicht gekrümmt ist, ist die Probe so in die Nut einzulegen, dass die Krümmung in die gleiche Richtung weist wie die Umlenkung während des Versuches.

Die richtige Ausrichtung der Probe ist nach Einbau in die Verankerung und vor Aufbringen der Kraft zu überprüfen. Während des Aufbringens der Kraft ist die Wirksamkeit der Verankerung zu prüfen, um sicherzustellen, dass es keinen Schlupf zwischen der Litze und der Verankerung gibt.

Die Belastungsgeschwindigkeit muss 11.3.5 entsprechen.

Ein Versuch ist als ungültig zu betrachten, wenn der Bruch von einem oder mehreren Drähten der Litze außerhalb des Kontaktes mit dem Dorn erfolgt.

Der Wert für $F_{a,i}$ eines gültigen Versuches ist mit der in 11.3.5 angegebenen Genauigkeit zu registrieren. Der entsprechende Wert D_i ist aus $F_{a,i}$ wie folgt zu errechnen und anzugeben:

$$D_i = (1 - F_{a,i} / \bar{F}_m) \times 100 \text{ in } \% \quad (4)$$

Der D -Wert ist als Durchschnitt der fünf D_i -Werte zu berechnen.

12 Chemische Analyse

Im Allgemeinen wird die chemische Zusammensetzung nach spektrometrischen Verfahren ermittelt.

Bei Meinungsverschiedenheiten über Analyseverfahren muss die chemische Zusammensetzung nach einem geeigneten Referenzverfahren, das in einer der entsprechenden Internationalen Normen festgelegt ist, ermittelt werden.

ANMERKUNG Die Liste der entsprechenden Internationalen Normen für die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung ist im Literaturverzeichnis angegeben.

13 Messung der geometrischen Merkmale

13.1 Probe

Es gelten die allgemeinen Bedingungen nach Abschnitt 4.

Die Länge der Probe muss ausreichen, um die Messungen nach 13.3 durchführen zu können.

13.2 Prüfeinrichtung

Die geometrischen Merkmale sind mit einem Gerät zu messen, dessen Auflösung mindestens beträgt:

- 0,01 mm für die Höhe von Rippen (bei Stäben oder vergütetem Draht) und die Tiefe von Profilierungen (bei profiliertem kaltgezogenen Draht und Litze);
- 0,05 mm für den Abstand zwischen Rippen oder Profilierungen von zwei benachbarten Rippen- oder Profilierungsreihen;
- 0,5 mm für die Messung des Abstandes zwischen Rippen oder Profilierungen für die Ermittlung des Rippenabstandes oder Profilierungsabstandes (siehe 13.3.1.3 und 13.3.2.3), der Länge der Profilierungen (siehe 13.3.2.4) oder der Schlaglänge bei Litzen (siehe 13.3.3);
- ein Grad für die Neigung zwischen der Rippe oder der Profilierung und der Längsachse des Drahtes oder Stabes.

13.3 Prüfverfahren

13.3.1 Rippenmessungen

13.3.1.1 Rippenhöhe am höchsten Punkt (a_{\max})

Für die Ermittlung der Rippenhöhe am höchsten Punkt (a_{\max}) ist von n ($n \geq 5$) einzelnen Rippen in jeder Reihe die größte Höhe zu messen und danach der Mittelwert aller Einzelwerte zu ermitteln.

13.3.1.2 Rippenhöhe an einer bestimmten Stelle

Für die Ermittlung der Rippenhöhe an einer bestimmten Stelle, z. B. im Viertelpunkt oder in der Mitte oder im Dreiviertelpunkt, bezeichnet als $a_{1/4}$, a_m und $a_{3/4}$, ist an n ($n \geq 3$) einzelnen Rippen in jeder Reihe die Höhe zu messen und danach der Mittelwert aller Einzelwerte zu ermitteln.

13.3.1.3 Rippenabstand (c)

Der Rippenabstand (c) ist aus der Messlänge dividiert durch die Anzahl der in ihr befindlichen Lücken zwischen Rippen zu ermitteln.

Als Messlänge gilt der Abstand, ermittelt in einer geraden Linie parallel zur Längsachse des Erzeugnisses, zwischen dem Mittelpunkt einer Rippe und dem Mittelpunkt einer anderen Rippe in derselben Reihe des Erzeugnisses. Der gemessene Abstand muss mindestens 10 Rippenabstände einschließen.

13.3.1.4 Anteil des Umfangs ohne Rippen (Σe_i)

Der Anteil des Umfangs ohne Rippen (Σe_i) ist für jede Rippenreihe als die Summe der durchschnittlichen Abstände (e) zwischen Rippen von zwei benachbarten Rippenreihen zu ermitteln. Der durchschnittliche Abstand (e) ist aus mindestens 3 Messungen zu ermitteln.

13.3.1.5 Neigungswinkel der Rippe (β)

Der Neigungswinkel der Rippe (β) ist als Mittelwert der für jede Rippenreihe mit demselben Winkel gemessenen individuellen Winkel zu ermitteln.

13.3.1.6 Kopfbreite der Querrippe (b)

Die Kopfbreite (b) der Querrippe, siehe Bild 8, Schnitt M-M, ist als Mittel von 3 Messungen je Reihe, von der Rippenmitte, senkrecht zur Achse der Rippe, zu ermitteln.

13.3.2 Messung der Profilierung

13.3.2.1 Allgemeines

Messungen an profilierter Litze müssen an jedem einzelnen Draht der Probe durchgeführt werden. Vor der Messung sind die einzelnen Drähte von der Litze abzutrennen und ohne Änderung der Drahtoberfläche zu richten. Proben von Einzeldrähten, die beim Herstellungsprozess nicht gerichtet wurden, sind vor der Messung ohne Änderung der Drahtoberfläche zu richten.

13.3.2.2 Tiefe am tiefsten Punkt (a_{\max})

Die Profilierungstiefe am tiefsten Punkt (a_{\max}) ist durch Messen der größten Tiefe von n ($n \geq 5$) einzelnen Profilierungen in jeder Reihe und Berechnung des Mittelwertes aller Einzelwerte zu ermitteln

13.3.2.3 Profilierungsabstand (c)

Der Profilierungsabstand (c) ist aus der Messlänge dividiert durch die Anzahl der in ihr befindlichen erhabenen Stellen zwischen den Profilierungen zu ermitteln.

Als Messlänge gilt der Abstand, ermittelt in einer geraden Linie parallel zur Längsachse des Erzeugnisses, zwischen der Flanke einer Profilierung und der entsprechenden Flanke einer anderen Profilierung in derselben Reihe des Erzeugnisses, bestimmt entlang einer Linie, die die Profilierungsmittelpunkte an der Oberfläche des Drahtes kreuzt. Der gemessene Abstand muss mindestens 10 erhabene Stellen zwischen den Profilierungen beinhalten.

13.3.2.4 Länge der Profilierung (l)

Die Länge der Profilierung (l) ist als Mittel von drei Messungen je Reihe, parallel zur Längsachse des Drahtes, entlang einer Linie, die die Profilierungsmittelpunkte an der Oberflächenebene des Drahtes kreuzt, zu ermitteln.

13.3.2.5 Anteil des Umfangs ohne Profilierung (Σe_i)

Der Anteil des Umfangs ohne Profilierung (Σe_i) ist für jede Profilierungsreihe als die Summe der durchschnittlichen Abstände (e) zwischen Profilierungen von zwei benachbarten Profilierungsreihen zu ermitteln. Der durchschnittliche Abstand (e) ist aus mindestens 3 Messungen zu ermitteln.

13.3.2.6 Neigungswinkel der Profilierung (β)

Der Neigungswinkel der Profilierung (β) ist als Mittelwert der für jede Profilierungsreihe gemessenen individuellen Winkel zu ermitteln.

13.3.3 Schlaglänge von Litzen (P)

Die Schlaglänge von Litzen (P) ist als Abstand zwischen zwei aufeinander folgenden korrespondierenden Punkten auf demselben Draht zu ermitteln.

Es wird empfohlen, diesen Abstand durch ein auf die Litze gelegtes Papier und Darübereibeln zu bestimmen.

13.3.4 Geradheit

Die Bogenhöhe (h_b), die die Geradheit des Erzeugnisses bezeichnet, wird durch Messung in der Ebene des Bogens, des senkrechten Abstands zwischen dem Spannstaht und der Verbindungslinie zwischen den Berührungspunkten zweier 1 m voneinander entfernten Auflagepunkte, die auf einer ebenen horizontalen Fläche mit einer Ebenheitstoleranz von 1 mm/m aufliegen (siehe Bild 7), bestimmt.

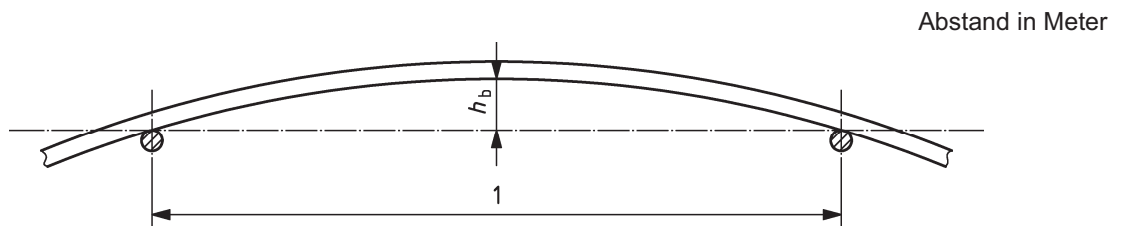


Bild 7 — Messung der Bogenhöhe

14 Ermittlung der bezogenen Rippenfläche (f_R)

14.1 Allgemeines

Die Ermittlung der bezogenen Rippenfläche (f_R) für profilierten Spannstahl ist unter Verwendung der nach 13.3.1 ermittelten Messergebnisse durchzuführen.

14.2 Berechnung von f_R

14.2.1 Bezogene Rippenfläche

Die bezogene Rippenfläche ist durch folgende Formel definiert:

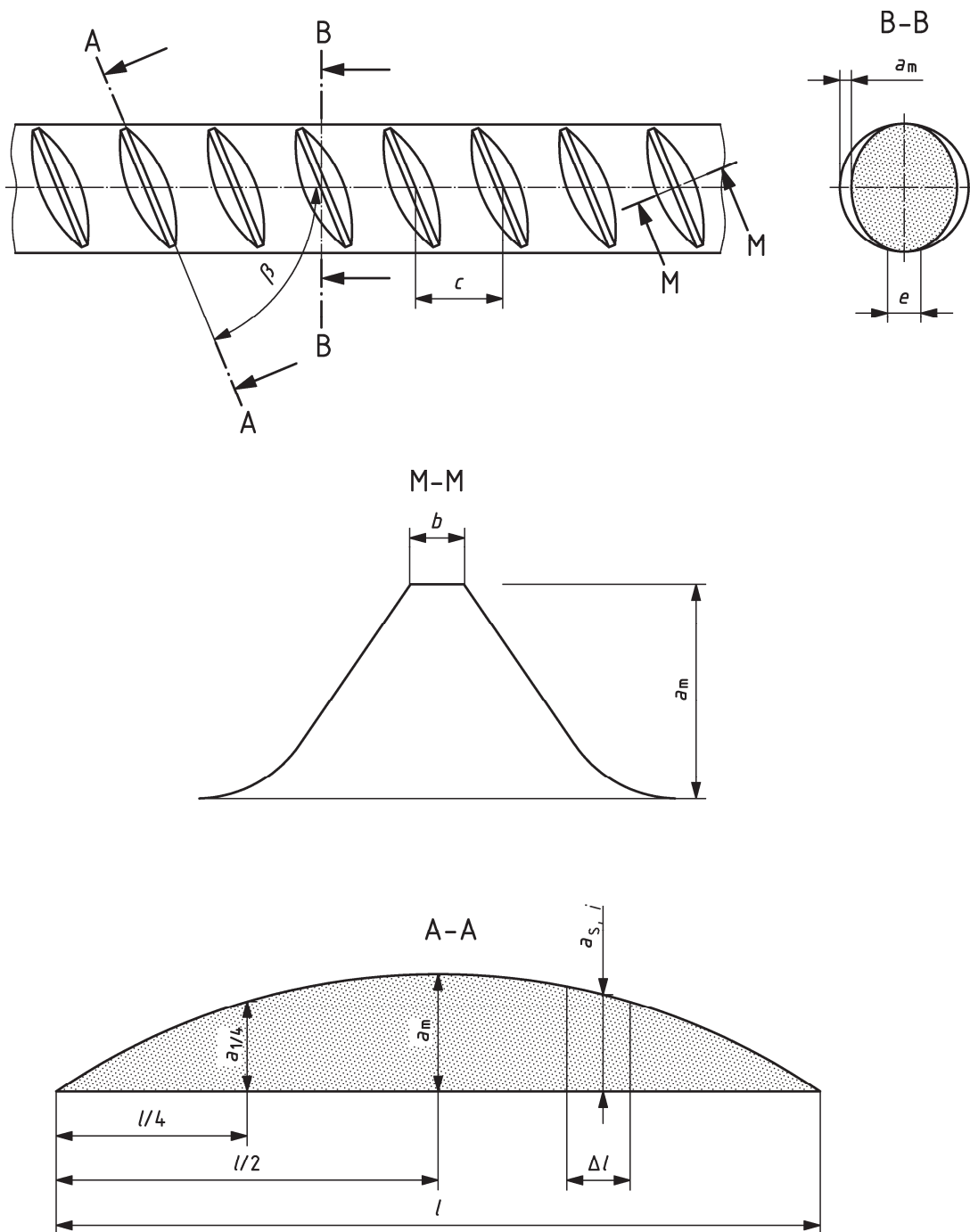
$$f_R = \frac{1}{\pi d} \sum_{i=1}^n \frac{\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m F_{R,i,j} \sin \beta_{ij}}{c_i} \quad (5)$$

Dabei ist

n Anzahl der Rippenreihen am Umfang;

m Anzahl der Rippenneigungen je Reihe.

$F_R = \sum_{i=1}^p (a_{s,i} \Delta l)$ ist die Fläche des Längsschnitts einer Rippe (siehe Bild 8). Dabei ist $a_{s,i}$ die durchschnittliche Höhe eines Teiles i einer Rippe unterteilt in p Teile der Länge Δl .



ANMERKUNG Schnitt A-A ist die abgeflachte Darstellung einer Querrippe.

Bild 8 — Ermittlung der Fläche des Längsschnitts F_R

14.2.2 Vereinfachte Formeln

Wenn die in 14.2.1 angegebenen Formeln unter Verwendung spezieller Einrichtungen nicht genau angewendet werden, darf eine vereinfachte Formel verwendet werden.

Beispiele für vereinfachte Formeln sind wie folgt:

a) Trapezformel:

$$f_R = (a_{1/4} + a_m + a_{3/4})(\pi d - \Sigma e_i) \frac{1}{4\pi d c} \quad (6)$$

b) Simpson'sche Formel:

$$f_R = (2a_{1/4} + a_m + 2a_{3/4})(\pi d - \Sigma e_i) \frac{1}{6\pi d c} \quad (7)$$

c) Parabelformel:

$$f_R = \frac{2a_m}{3\pi d c} (\pi d - \Sigma e_i) \quad (8)$$

d) Empirische Formel:

$$f_R = \lambda \frac{\alpha_m}{c} \quad (9)$$

dabei ist λ ein empirischer Faktor, für den gezeigt werden kann, dass er eine Relation zu f_R für ein spezielles Drahtprofil herstellt.

Die Werte $a_{1/4}$, a_m , $a_{3/4}$ sind nach 13.3.1.2 zu ermitteln.

Σe_i ist nach den Angaben in 13.3.1.4 zu ermitteln.

14.2.3 Für die Berechnung von f_R verwendete Formel

Die für die Berechnung von f_R verwendete Formel, entsprechend der Erzeugnisnorm, ist im Prüfbericht anzugeben.

15 Ermittlung der Abweichung von der Nennmasse je Meter

15.1 Probe

Zusätzlich zu den allgemeinen Bedingungen nach Abschnitt 4 müssen die Proben gerade geschnittene Enden haben.

15.2 Messgenauigkeit

Die Länge und die Masse der Probe sind mit einer Genauigkeit von mindestens $\pm 0,5\%$ zu messen.

15.3 Prüfverfahren

Die prozentuale Abweichung von der Nennmasse je Meter ist aus dem Unterschied zwischen der aus ihrer Masse und Länge abgeleiteten tatsächlichen Masse der Probe je Meter und ihrer in der betreffenden Erzeugnisnorm angegebenen Nennmasse je Meter zu ermitteln.

16 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss folgende Angaben enthalten:

- a) den Verweis auf diesen Teil von ISO 15630, d. h. ISO 15630-3:2010;
- b) die Identifizierung der Probe (einschließlich Nenndurchmesser des Stabes, des Drahtes oder der Litze);
- c) die freie Länge der Probe;
- d) die Art der durchgeführten Prüfung und die betreffenden Prüfergebnisse;
- e) die betreffende Erzeugnisnorm, falls zutreffend;
- f) jede ergänzende nützliche Information bezüglich Probe, Prüfeinrichtung und Verfahren.

Literaturhinweise

- [1] ISO 437:1982, *Steel and cast iron — Determination of total carbon content — Combustion gravimetric method*
- [2] ISO 439:1994, *Steel and iron — Determination of total silicon content — Gravimetric method*
- [3] ISO 629:1982, *Steel and cast iron — Determination of manganese content — Spectrophotometric method*
- [4] ISO 671:1982, *Steel and cast iron — Determination of sulphur content — Combustion titrimetric method*
- [5] ISO 4287:1997, *Geometrical Product Specifications (GPS) — Surface texture: Profile method — Terms, definitions and surface texture parameters*
- [6] ISO 4829-1:1986, *Steel and cast iron — Determination of total silicon content — Reduced molybdsilicate spectrophotometric method — Part 1: Silicon contents between 0,05 and 1,0 %*
- [7] ISO 4829-2:1988, *Steel and cast iron — Determination of total silicon content — Reduced molybdsilicate spectrophotometric method — Part 2: Silicon contents between 0,01 and 0,05 %*
- [8] ISO/TR 4830-4:1978, *Steel — Determination of low carbon contents — Part 4: Coulometric method after combustion*
- [9] ISO 4934:2003, *Steel and iron — Determination of sulfur content — Gravimetric method*
- [10] ISO 4935:1989, *Steel and iron — Determination of sulfur content — Infrared absorption method after combustion in an induction furnace*
- [11] ISO 4937:1986, *Steel and iron — Determination of chromium content — Potentiometric or visual titration method*
- [12] ISO 4938:1988, *Steel and iron — Determination of nickel content — Gravimetric or titrimetric method*
- [13] ISO 4939:1984, *Steel and cast iron — Determination of nickel content — Dimethylglyoxime spectrophotometric method*
- [14] ISO 4940:1985, *Steel and cast iron — Determination of nickel content — Flame atomic absorption spectrometric method*
- [15] ISO 4941:1994, *Steel and iron — Determination of molybdenum content — Thiocyanate spectrophotometric method*
- [16] ISO 4942:1988, *Steel and iron — Determination of vanadium content — N-BPHA spectrophotometric method*
- [17] ISO 4943:1985, *Steel and cast iron — Determination of copper content — Flame atomic absorption spectrometric method*
- [18] ISO 4945:1977, *Steel — Determination of nitrogen content — Spectrophotometric method*
- [19] ISO 4946:1984, *Steel and cast iron — Determination of copper content — 2,2'-Diquinolyl spectrophotometric method*
- [20] ISO 4947:1986, *Steel and cast iron — Determination of vanadium content — Potentiometric titration method*
- [21] ISO 7438:2005, *Metallic materials — Bend test*

- [22] ISO 9441:1988, *Steel — Determination of niobium content — PAR spectrophotometric method*
- [23] ISO 9556:1989, *Steel and iron — Determination of total carbon content — Infrared absorption method after combustion in an induction furnace*
- [24] ISO 9647:1989, *Steel and iron — Determination of vanadium content — Flame atomic absorption spectrometric method*
- [25] ISO 9658:1990, *Steel — Determination of aluminium content — Flame atomic absorption spectrometric method*
- [26] ISO 10138:1991, *Steel and iron — Determination of chromium content — Flame atomic absorption spectrometric method*
- [27] ISO 10153:1997, *Steel — Determination of boron content — Curcumin spectrophotometric method*
- [28] ISO 10278:1995, *Steel — Determination of manganese content — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method*
- [29] ISO 10280:1991, *Steel and iron — Determination of titanium content — Diantipyrylmethane spectrometric method*
- [30] ISO 10697-1:1992, *Steel — Determination of calcium content by flame atomic absorption spectrometry — Part 1: Determination of acid-soluble calcium content*
- [31] ISO 10697-2:1992, *Steel — Determination of calcium content by flame atomic absorption spectrometry — Part 2: Determination of total calcium content*
- [32] ISO 10698:1994, *Steel — Determination of antimony content — Electrothermal atomic absorption spectrometric method*
- [33] ISO 10700:1994, *Steel and iron — Determination of manganese content — Flame atomic absorption spectrometric method*
- [34] ISO 10701:1994, *Steel and iron — Determination of sulfur content — Methylene blue spectrophotometric method*
- [35] ISO 10702:1993, *Steel and iron — Determination of nitrogen content — Titrimetric method after distillation*
- [36] ISO 10714:1992, *Steel and iron — Determination of phosphorus content — Phosphovanadomolybdate spectrophotometric method*
- [37] ISO/TR 10719:1994, *Steel and iron — Determination of non-combined carbon content — Infrared absorption method after combustion in an induction furnace*
- [38] ISO 10720:1997, *Steel and iron — Determination of nitrogen content — Thermal conductimetric method after fusion in a current of inert gas*
- [39] ISO 11652:1997, *Steel and iron — Determination of cobalt content — Flame atomic absorption spectrometric method*
- [40] ISO 11653:1997, *Steel — Determination of high cobalt content — Potentiometric titration method after separation by ion exchange*
- [41] ISO 13898-1:1997, *Steel and iron — Determination of nickel, copper and cobalt contents — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method — Part 1: General requirements and sample dissolution*
- [42] ISO 13898-2:1997, *Steel and iron — Determination of nickel, copper and cobalt contents — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method — Part 2: Determination of nickel content*

- [43] ISO 13898-3:1997, *Steel and iron — Determination of nickel, copper and cobalt contents — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method — Part 3: Determination of copper content*
- [44] ISO 13898-4:1997, *Steel and iron — Determination of nickel, copper and cobalt contents — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method — Part 4: Determination of cobalt content*
- [45] ISO/TS 13899-1:2004, *Steel — Determination of Mo, Nb and W contents in alloyed steel — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method — Part 1: Determination of Mo content*
- [46] ISO 13899-2:2005, *Steel — Determination of Mo, Nb and W contents in alloyed steel — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method — Part 2: Determination of Nb content*
- [47] ISO/TS 13899-3:2005, *Steel — Determination of Mo, Nb and W contents in alloyed steel — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method — Part 3: Determination of W content*
- [48] ISO 13900:1997, *Steel — Determination of boron content — Curcumin spectrophotometric method after distillation*
- [49] ISO 13902:1997, *Steel and iron — Determination of high sulfur content — Infrared absorption method after combustion in an induction furnace*
- [50] ISO/TR 15349-1:1998, *Unalloyed steel — Determination of low carbon content — Part 1: Infrared absorption method after combustion in an electric resistance furnace (by peak separation)*
- [51] ISO 15349-2:1999, *Unalloyed steel — Determination of low carbon content — Part 2: Infrared absorption method after combustion in an induction furnace (with preheating)*
- [52] ISO/TR 15349-3:1998, *Unalloyed steel — Determination of low carbon content — Part 3: Infrared absorption method after combustion in an electric resistance furnace (with preheating)*
- [53] ISO 15350:2000, *Steel and iron — Determination of total carbon and sulfur content — Infrared absorption method after combustion in an induction furnace (routine method)*
- [54] ISO 15351:1999, *Steel and iron — Determination of nitrogen content — Thermal conductimetric method after fusion in a current of inert gas (Routine method)*
- [55] ISO 15353:2001, *Steel and iron — Determination of tin content — Flame atomic absorption spectrometric method (extraction as Sn-SCN)*
- [56] ISO 15355:1999, *Steel and iron — Determination of chromium content — Indirect titration method*
- [57] ISO 16918-1:2009, *Steel and iron — Determination of nine elements by the inductively coupled plasma mass spectrometric method — Part 1: Determination of tin, antimony, cerium, lead and bismuth*
- [58] ISO 17053:2005, *Steel and iron — Determination of oxygen — Infrared method after fusion under inert gas*
- [59] ISO 17054:2010, *Routine method for analysis of high alloy steel by X-ray fluorescence spectrometry (XRF) by using a near-by technique*
- [60] ISO/TR 17055:2002, *Steel — Determination of silicon content — Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method*
- [61] ISO 17058:2004, *Steel and iron — Determination of arsenic content — Spectrophotometric method*