

	DIN EN 50149 (VDE 0115-602)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 29.280 Einsprüche bis 2010-06-30 Vorgesehen als Ersatz für DIN EN 50149 (VDE 0115-602):2001-10 Entwurf		
Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Elektrischer Zugbetrieb – Rillenfahrdrähte aus Kupfer und Kupferlegierung; Deutsche Fassung prEN 50149:2009		
Railway applications – Fixed installations – Electric traction – Copper and copper alloy grooved contact wires; German version prEN 50149:2009		
Applications ferroviaires – Installations fixes – Traction électrique – Fil rainurés en cuivre et en cuivre allié; Version allemande prEN 50149:2009		
Anwendungswarnvermerk		
Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2010-04-06 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.		
Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.		
Stellungnahmen werden erbeten		
– vorzugsweise als Datei per E-Mail an dke@vde.com in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden – oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.		
Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.		
Gesamtumfang 66 Seiten		
DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN 50149:2009 „Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Elektrischer Zugbetrieb – Rillenfahrdrähte aus Kupfer und Kupferlegierung“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und der Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung der prEN 50149:2009 beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Das europäische Dokument prEN 50149:2009 „Railway applications – Fixed installations – Electric traction – Copper and copper alloy grooved contact wires“ wurde vom SC 9XC „Elektrische Versorgungs- und Erdungssysteme für öffentliche Transporteinrichtungen und Hilfsausrüstungen (ortsfeste Installation)“ des Europäischen Komitees für Elektrotechnische Normung (CENELEC) erarbeitet und von CENELEC den Nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen späteren „Schluss-Entwurf“ prEN nur 2 Monate beträgt und zum „Schluss-Entwurf“ prEN keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der „Entwurf“ prEN als Deutscher Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit noch vor der formellen Abstimmung berücksichtigen zu können.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium UK 351.2 „Ortsfeste Anlagen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 50149 (VDE 0115-602):2001-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) ein Bezeichnungssystem für Drähte wird eingeführt;
- b) die Kennzeichnung der Legierungen wird erläutert. Eine Tabelle mit Werkstoffzusammensetzungen und deren Bezeichnungen wurde als neuer Anhang B aufgenommen;
- c) Anforderungen an Mikrowelligkeiten in Längsachse des Drahtes wurden aufgenommen;
- d) der Versuchsaufbau für den Hin- und Herbiegeversuch wird beschrieben;
- e) Mindest- und Höchstmassen des Drahtes je km wurden aufgenommen.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 1655:1997	–	DIN EN 1655:1997-06	–
EN 1977:1998	–	DIN EN 1977:1998-05	–
EN 10002-1:1990 zurückgezogen ersetzt durch EN 10002-1:2001 zurückgezogen ersetzt durch EN ISO 6892-1:2009	– – ISO 6892-1:2009	DIN EN 10002-1:1998-07 zurückgezogen ersetzt durch DIN EN 10002-1:2001:12 zurückgezogen ersetzt durch DIN EN ISO 6892-1:2009-12	–
EN 10204:1991 zurückgezogen ersetzt durch EN 10204:1991 + A1:1995 zurückgezogen ersetzt durch EN 10204:2004	–	DIN 50049:1992-04 zurückgezogen ersetzt durch DIN EN 10204:1995-08 zurückgezogen ersetzt durch DIN EN 10204:2005-01	–
–	IEC 60468:1974	DIN IEC 60468:1981-03	–
–	ISO 7801:1984	DIN ISO 7801:2008-10	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 1655:1997-06, *Kupfer und Kupferlegierungen – Konformitätserklärungen; Deutsche Fassung EN 1655:1997*

DIN EN 1977:1998-05, *Kupfer und Kupferlegierungen – Vordraht aus Kupfer; Deutsche Fassung EN 1977:1998*

DIN EN ISO 6892-1:2009-12, *Metallische Werkstoffe – Zugversuch – Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1:2009); Deutsche Fassung EN ISO 6892-1:2009*

DIN EN 10204:2005-01, *Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen; Deutsche Fassung EN 10204:2004*

DIN IEC 60468:1981-03, *Verfahren zur Messung des spezifischen (elektrischen) Widerstandes metallischer Werkstoffe*

DIN ISO 7801:2008-10, *Metallische Werkstoffe – Draht – Hin- und Herbiegeversuch (ISO 7801:1984)*

— **Entwurf** —

E DIN EN 50149 (VDE 0115-602):2010-04

– Leerseite –

Deutsche Fassung

**Bahnanwendungen –
Ortsfeste Anlagen –
Elektrischer Zugbetrieb – Rillenfahrdrähte aus Kupfer und Kupferlegierung**

Railway applications –
Fixed installations –
Electric traction – Copper and copper alloy
grooved contact wires

Applications ferroviaires –
Installations fixes –
Traction électrique – Fil rainurés en cuivre et en
cuivre allié

Dieser Europäische Norm-Entwurf wird den CENELEC-Mitgliedern zur CENELEC-Umfrage vorgelegt.

CENELEC Termin: 2010-01-22

Er wurde von CLC/SC 9XC erstellt.

Wenn aus diesem Norm-Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CENELEC-Mitglieder 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.

Dieser Europäische Norm-Entwurf wurde von CENELEC in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch) erstellt. Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, 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.

Warnvermerk: Dieses Schriftstück hat noch nicht den Status einer Europäischen Norm. Es wird zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Es kann sich noch ohne Ankündigung ändern und darf nicht als Europäische Norm in Bezug genommen werden.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2009 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Projekt: 21423

Ref. Nr. prEN 50149:2009 D

— Entwurf —

E DIN EN 50149 (VDE 0115-602):2010-04
prEN 50149:2009

Vorwort

Dieser Entwurf einer Europäischen Norm wurde vom SC 9XC „Electric supply and earthing systems for public transport equipment and ancillary apparatus (fixed installations)“ des technischen Komitees TC9X „Electrical and electronic applications for railways“ des CENELEC erarbeitet. Er wird der CENELEC-Umfrage unterworfen.

Dieses Schriftstück wird EN 50149:2001 ersetzen.

Dieser Entwurf einer Europäischen Norm wurde nach einem Mandat erarbeitet, das von CENELEC durch die Europäische Union und die Europäische Freihandelsassoziation gegeben wurde und deckt wesentliche Anforderungen der EG-Richtlinie 96/48/EG ab.

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Kenngrößen von Drähten	5
4.1 Bezeichnungssystem.....	5
4.2 Werkstoffzusammensetzung	6
4.3 Beschaffenheit.....	6
4.4 Kennzeichnung.....	6
4.5 Bauformen und Querschnitte	8
4.6 Elektrische Eigenschaften	9
4.7 Mechanische Eigenschaften	10
4.8 Verbindung von Vordrähten oder Zwischendrähten	13
5 Überprüfung der Kenngrößen von Drähten.....	13
5.1 Werkstoffzusammensetzung	13
5.2 Beschaffenheit.....	14
5.3 Profile und Maße	14
5.4 Elektrische Eigenschaften	14
5.5 Mechanische Eigenschaften	14
5.6 Masse je Längeneinheit	17
5.7 Verbindungsstellen des Drahtes	17
5.8 Beschaffenheit des Drahtes	17
6 Bestell- und Lieferbedingungen.....	17
6.1 Bedingungen und Spezifikation der Bestellung.....	17
6.2 Verpackung	18
6.3 Grenzabmaße der Drahtlänge.....	18
6.4 Kennzeichnungen an der Trommel	18
7 Qualitätssicherung.....	18
7.1 Bescheinigung der Übereinstimmung und der Prüfergebnisse	18
7.2 Auswahl der Prüflinge und Prüfungen.....	18
7.3 Überprüfung durch den Abnehmer.....	18
Anhang A (normativ) Genormte Bauformen.....	20
Anhang B (informativ) Werkstoffzusammensetzung und Bezeichnung	27
Anhang C (informativ) Physikalische Eigenschaften.....	29
C.1 Elektrischer Widerstand je Kilometer	29
C.2 Mindest-Bruchlast.....	29
C.3 Grenzabmaße des Querschnitts	29

	Seite
C.4 Masse je km des Drahtes	29
C.5 Koeffizienten des Drahtes.....	30
C.6 Berechnung der Querschnittsfläche des Drahtes.....	30
Anhang D (informativ) A-Abweichungen.....	31
Anhang E (normativ) Besondere nationale Bedingungen	32

Bilder

Bild 1 – Anbringung der Kennrille	6
Bild 2 – Zwei Kennrillen.....	7
Bild 3 – Eine Kennrille	7
Bild 4 – Drei Kennrillen.....	7
Bild 5 – Eine versetzte Kennrille	7
Bild 6 – Klemmrillenausführungen	8
Bild 7 – Grenzwerte für Mikrowelligkeiten im Draht.....	13
Bild 8 – Hin- und Herbiegeversuch – Versuchsaufbau.....	15
Bild 9 – Hin- und Herbiegeversuch – Verfahren	16
Bild A.1 – Bauform des Fahrdrahtes AC-80	20
Bild A.2 – Bauform des Fahrdrahtes AC-100	20
Bild A.3 – Bauform des Fahrdrahtes AC-107	21
Bild A.4 – Bauform des Fahrdrahtes AC-120	21
Bild A.5 – Bauform des Fahrdrahtes AC-150	22
Bild A.6 – Bauform des Fahrdrahtes BC-100	22
Bild A.7 – Bauform des Fahrdrahtes BC-107	23
Bild A.8 – Bauform des Fahrdrahtes BC-120	23
Bild A.9 – Bauform des Fahrdrahtes BC-150	24
Bild A.10 – Bauform des Fahrdrahtes BF-100 mit flachem Boden.....	24
Bild A.11 – Bauform des Fahrdrahtes BF-107 mit flachem Boden.....	25
Bild A.12 – Bauform des Fahrdrahtes BF-120 mit flachem Boden.....	25
Bild A.13 – Bauform des Fahrdrahtes BF-150 mit flachem Boden.....	26

Tabellen

Tabelle 1 – Bauformen und Querschnitte	8
Tabelle 2 – Höchster spezifischer Widerstand	9
Tabelle 3 – Höchster Widerstand.....	10
Tabelle 4 – Zugfestigkeit und prozentuale Dehnung nach dem Bruch.....	11
Tabelle 5 – Bruchlasten	12
Tabelle 6 – Leitfaden zur Auswahl der Prüflinge	19
Tabelle B.1 – Einige mögliche Werkstoffzusammensetzungen und Bezeichnungen	27
Tabelle C.1 – Masse des Drahtes.....	30

1 Anwendungsbereich

Die Norm legt die Kenngrößen für Drähte aus Kupfer und Kupferlegierung mit den Querschnitten 80 mm², 100 mm², 107 mm², 120 mm² und 150 mm² fest, die zur Verwendung bei Oberleitungen vorgesehen sind.

Sie legt die Produkt-Kenngrößen, die Prüfverfahren und die Kontrollmaßnahmen, die bei den Drähten anzuwenden sind, sowie die Bestell- und Lieferbedingungen 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).

EN 1655:1997, *Kupfer und Kupferlegierungen – Konformitätserklärungen*.

EN 1977:1998, *Kupfer und Kupferlegierungen – Vordraht aus Kupfer*.

EN 10002-1:1990 ¹⁾, *Metallische Werkstoffe – Zugversuch – Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur*.

EN 10204:1991 ²⁾, *Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen*.

IEC 60468:1974, *Messung des spezifischen Widerstandes metallischer Werkstoffe*.

ISO 7801:1984, *Metallische Werkstoffe – Draht – Hin- und Herbiegeversuch*.

3 Begriffe

3.1

Vordraht oder Zwischendraht

im Allgemeinen runder Draht, dessen Querschnitt größer ist als der des Drahtes, aus dem der Fahrdrat dann gezogen wird

3.2

Draht

elektrischer Leiter einer Oberleitung, mit dem der Stromabnehmer Kontakt hat und der durch zwei Klemmrillen gekennzeichnet ist. Der Rillen-Fahrdrat wird nachfolgend Draht oder Drähte genannt

4 Kenngrößen von Drähten

4.1 Bezeichnungssystem

Die Bezeichnung von Drähten muss folgende Angaben enthalten:

- Benennung (Draht);
- Nummer der Europäische Norm (EN 50149);
- Werkstoffbezeichnung, entweder chemische Symbole oder numerisch (siehe Tabelle B.8, oder festgelegtes Material).

BEISPIEL:

Draht EN 50149 – AC-120 – CuMg0,5

oder

Draht EN 50149 – AC-120 – CW128C

¹⁾ Ersetzt durch EN 10002-1:2001 „Metallic materials – Tensile testing - Part 1: method of test at ambient temperature“.

²⁾ Ersetzt durch EN 10204:2004 „Metallic products – Types of inspection documents“.

4.2 Werkstoffzusammensetzung

Der Vordraht oder Zwischendraht muss aus Kupfer oder aus einer Kupfer-Silber-Legierung nach der Definition in EN 1977 oder einer anderen Kupfer-Legierung bestehen. Anhang B enthält die Bezeichnungen der Vordrähte oder Zwischendrahte für einige mögliche Zusammensetzungen des Drahtes. Zum Zeitpunkt der Ausschreibung muss der Anwender den (die) Werkstoff(e) ausdrücklich festlegen, den (die) er wünscht oder zur Anwendung zulässt.

4.3 Beschaffenheit

Die Drähte dürfen keine Unvollkommenheiten (Rauhigkeit, Splitter, Kratzer, Grate, Einschlüsse, Risse) aufweisen, die wahrscheinlich die in dieser Norm festgelegten mechanischen und/oder elektrischen Eigenschaften beeinträchtigen oder Schwierigkeiten bei der Installation/dem Einsatz verursachen.

Die Oberfläche muss sauber sein und darf keine Spur von Oxideinschlüssen oder Sulfid, die beim Fertigungsprozess entstanden sind, oder fremde Substanzen, wie Beizrückstände, aufweisen.

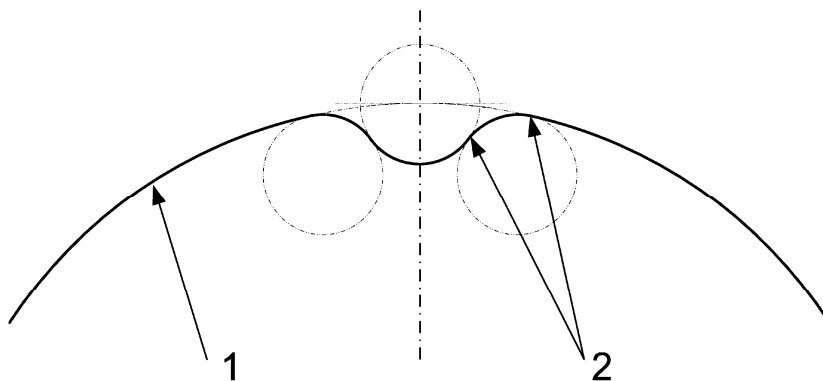
Die Farbe der blanken metallischen Oberfläche unmittelbar nach der Fertigung kann sich infolge atmosphärischer Einflüsse ändern und wird akzeptiert.

4.4 Kennzeichnung

4.4.1 Allgemeine Anforderungen

Alle Legierungen sind eindeutig zu kennzeichnen. Für gewöhnliches und hochfestes Kupfer, gewöhnliche und hochfeste Kupfer-Silber-, Kupfer-Magnesium- und Kupfer-Zinn-Legierungen ist das unten beschriebene Verfahren zur Kennzeichnung anzuwenden. Für andere Legierungen ist das Kennzeichnungsverfahren (entweder Kennrillen oder andere Verfahren) zwischen Abnehmer und Hersteller zu vereinbaren.

Kennrillen sind wie in Bild 1 gezeigt anzubringen. Der Mittelpunkt des mittleren Kreises muss auf dem projizierten Kreis des Fahrdrahtes liegen. Die Verbindung zwischen zwei aufeinanderfolgenden Bögen darf keine gerade Linie bilden.



Legende

- 1 Durchmesser des Drahtes
- 2 tangentiale Verbindung zwischen aufeinanderfolgenden Bögen

Bild 1 – Anbringung der Kennrille

4.4.2 Gewöhnliches und hochfestes Kupfer (Cu-ETP, Cu-FRHC, Cu-HCP, Cu-OF)

Drähte aus Kupfer haben keine Kennrillen. ³⁾

4.4.3 Kupfer-Silber-Legierung (CuAg 0,1)

Drähte aus Kupfer-Silber-Legierung müssen als Kennzeichen zwei identische Kennrillen auf der oberseitigen Wölbung des Drahtes haben, wie in Bild 2 dargestellt.

4.4.4 Kupfer-Cadmium-Legierung (CuCd 0,7, CuCd 1,0)

Drähte aus Kupfer-Cadmium-Legierung müssen als Kennzeichen eine einfache Kennrinne auf der oberseitigen Wölbung des Drahtes haben, wie in Bild 3 dargestellt. ³⁾

4.4.5 Kupfer-Magnesium-Legierung (CuMg 0,2, CuMg 0,5)

Drähte aus Kupfer-Magnesium-Legierung müssen als Kennzeichen drei Kennrillen auf der oberseitigen Wölbung des Drahtes haben, wie in Bild 4 dargestellt.

4.4.6 Kupfer-Zinn-Legierung (CuSn 0,2, CuSn 0,4)

Drähte aus Kupfer-Zinn-Legierung müssen als Kennzeichen eine Kennrinne haben, die in einem Winkel von 24° versetzt auf der oberseitigen Wölbung des Drahtes angebracht ist, wie in Bild 5 dargestellt.

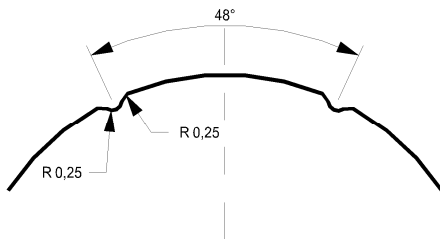


Bild 2 – Zwei Kennrillen

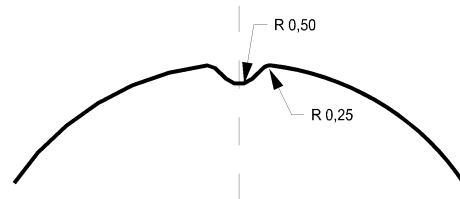


Bild 3 – Eine Kennrinne

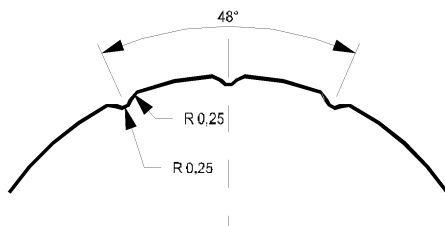


Bild 4 – Drei Kennrillen

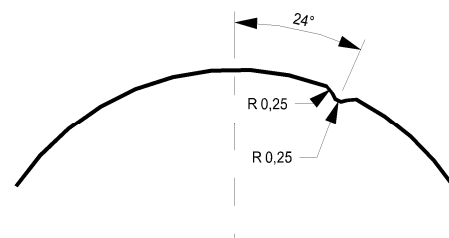


Bild 5 – Eine versetzte Kennrinne

³⁾ Siehe Anhang F, Besondere nationale Bedingung für das Vereinigte Königreich.

4.5 Bauformen und Querschnitte

4.5.1 Klemmrillen

Unabhängig davon, welcher Querschnitt des Rillen-Fahrdrabtes verwendet wird, müssen die Maße der Klemmrillen entweder mit Ausführung A oder mit Ausführung B von Bild 6 übereinstimmen.

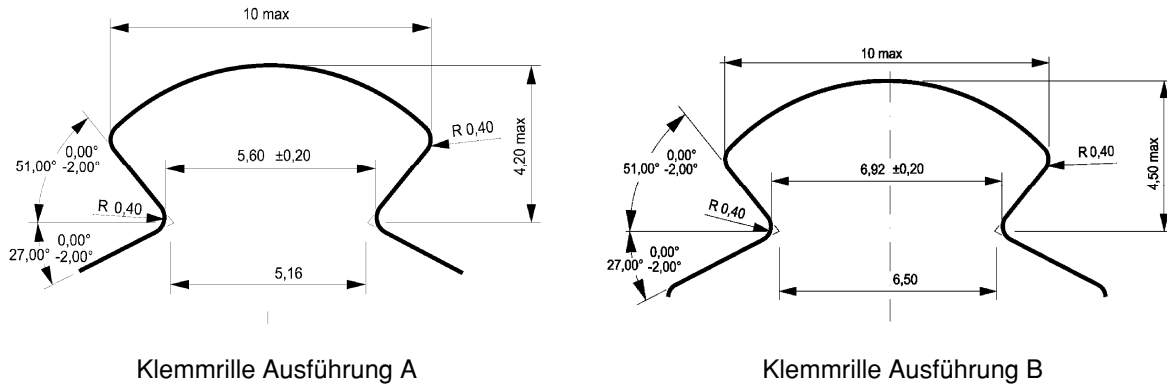


Bild 6 – Klemmrillenausführungen

4.5.2 Querschnittsflächen

Diese Europäische Norm berücksichtigt die folgenden Nennquerschnitte: 80 mm², 100 mm², 107 mm², 120 mm² und 150 mm².

4.5.3 Profile

Es gibt zwei Haupt-Profilartern, das Rundprofil und das Flachprofil.

4.5.4 Bauformen

Die Bauformen der Rillen-Fahrdrabte müssen mit Tabelle 1 übereinstimmen und werden als Kombination der Profilform, des Nennquerschnitts und der Ausführung der Klemmrille definiert.

Die Maße jeder Bauform sind im Anhang A angegeben.

Tabelle 1 – Bauformen und Querschnitte

Nennquerschnitt mm ²	Klemmrille Ausführung A		Klemmrille Ausführung B			
	Rund		Rund		Flach	
	Bezeichnung	Bild-Nr. in Anhang A	Bezeichnung	Bild-Nr. in Anhang A	Bezeichnung	Bild -Nr. in Anhang A
80	AC-80	1				
100	AC-100	2	BC-100	6	BF-100	10
107	AC-107	3	BC-107	7	BF-107	11
120	AC-120	4	BC-120	8	BF-120	12
150	AC-150	5	BC-150	9	BF-150	13

4.6 Elektrische Eigenschaften

4.6.1 Spezifischer Widerstand

Für Legierungen nach Anhang B darf der spezifische Widerstand des Drahtes bei 20 °C die Werte in Tabelle 2 nicht überschreiten. Für andere Legierungen sind die Werte zwischen Abnehmer und Hersteller zu vereinbaren.

Tabelle 2 – Höchster spezifischer Widerstand

Werkstoff	Spezifischer Widerstand in 10^{-08} $\Omega\text{m max.}$
Cu-ETP	1,777
Cu-FRHC	1,777
Cu-HCP	1,777
Cu-OF	1,777
CuAg 0,10	1,777
CuMg 0,2	2,240
CuMg 0,5	2,778
CuSn 0,2	2,395
CuSn 0,4	2,155
CuCd 0,7	2,005
CuCd 1,0	2,155

4.6.2 Widerstand je km

Für Legierungen nach Anhang B darf der Widerstand je Längeneinheit bei 20 °C den in Tabelle 3 festgelegten Widerstandswert nicht überschreiten. Für andere Legierungen sind die Werte zwischen Abnehmer und Hersteller zu vereinbaren.

Die zur Bestimmung des Widerstandes je km bei 20 °C anzuwendende Berechnung ist in Anhang B.1 festgelegt und basiert auf den Werten des spezifischen Widerstandes in Tabelle 2.

Der Wert des Widerstandes an einer Verbindungsstelle darf nicht größer sein als der für den Drahtwerkstoff festgelegte Wert.

Tabelle 3 – Höchster Widerstand

Nennquerschnitt mm ²	Werkstoffzusammensetzung ^{a)}						
	Cu-ETP Cu-OF Cu-FRHC Cu-HCP	CuAg 0,10	CuMg 0,2	CuMg 0,5	CuSn 0,2	CuCd 0,7	CuCd 1,0 CuSn 0,4
80	0,229	0,229	0,289	0,385	0,309	0,258	0,278
100	0,183	0,183	0,231	0,286	0,247	0,207	0,222
107	0,171	0,171	0,216	0,268	0,231	0,193	0,208
120	0,153	0,153	0,192	0,239	0,206	0,172	0,185
150	0,122	0,122	0,154	0,191	0,165	0,138	0,148
^{a)} Werte in Ω/km bei 20 °C – Berechnet mit dem Mindest-Querschnitt.							

4.7 Mechanische Eigenschaften

4.7.1 Zugfestigkeit und prozentuale Dehnung nach dem Bruch

Für Legierungen nach Anhang B müssen die Zugfestigkeit des Drahtes und die minimale prozentuale Dehnung nach dem Bruch mit den in Tabelle 4 angegebenen Werten übereinstimmen. Für andere Legierungen sind die Werte zwischen Abnehmer und Hersteller zu vereinbaren. Die maximalen prozentualen Dehnungswerte nach dem Bruch sind Empfehlungen.

An Verbindungsstellen müssen der Wert der Zugfestigkeit und der Wert der prozentualen Dehnung nach dem Bruch mit den für den Drahtwerkstoff festgelegten Werten übereinstimmen.

Tabelle 4 – Zugfestigkeit und prozentuale Dehnung nach dem Bruch

Werkstoff	Bezeichnung	Nennquerschnitt mm ²	prozentuale Dehnung nach dem Bruch A ₂₀₀		Mindest-Zug- festigkeit N/mm ²
			min. %	max. %	
gewöhnliches Kupfer	Cu-ETP	80	3	10	355
	Cu-FRHC	100	3	10	355
	Cu-HCP	107	3	10	350
	Cu-OF	120	3	10	330
		150	3	10	310
hochfestes Kupfer und hochfeste Kupfer-Silber-Legierung	Cu-ETP	80	3	8	375
	Cu-FRHC	100	3	8	375
	Cu-HCP	107	3	8	360
	Cu-OF	120	3	8	360
	CuAg 0,1	150	3	8	360
gewöhnliche Kupfer-Silber-Legierung	CuAg 0,10	80	3	10	365
		100	3	10	360
		107	3	10	350
		120	3	10	350
		150	3	10	350
Kupfer-Magnesium-Legierung	CuMg 0,2	80	3	10	460
		100	3	10	450
		107	3	10	440
		120	3	10	430
		150	3	10	420
Kupfer-Magnesium-Legierung	CuMg 0,5	80	3	10	520
		100	3	10	510
		107	3	10	500
		120	3	10	490
		150	3	10	470
Kupfer-Zinn-Legierung	CuSn 0,2 CuSn 0,4	80	2	8	460
		100	2	8	450
		107	2	8	430
		120	2	8	420
		150	2	8	420
Kupfer-Cadmium-Legierung	CuCd 0,7	80	2	7	430
		100	2	7	430
		107	2	7	430
		120	2	7	430
		150	2	7	430
Kupfer-Cadmium-Legierung	CuCd 1,0	80	2	7	455
		100	2	7	445
		107	2	7	445
		120	2	7	445
		150	2	7	445

Tabelle 5 – Bruchlasten

Werkstoff	Bezeichnung	Nennquerschnitt mm ²	Mindest-Bruchlast ^{a)} kN
gewöhnliches Kupfer	Cu-ETP	80	27,5
	Cu-FRHC	100	34,5
	Cu-HCP	107	36,3
	Cu-OF	120	38,4
		150	45,1
hochfestes Kupfer und hochfeste Kupfer-Silber-Legierung	Cu-ETP	80	29,1
	Cu-FRHC	100	36,4
	Cu-HCP	107	37,4
	Cu-OF	120	41,9
	CuAg 0,1	150	52,2
gewöhnliche Kupfer-Silber-Legierung	CuAg 0,10	80	28,3
		100	34,9
		107	36,3
		120	40,7
		150	50,9
Kupfer-Magnesium-Legierung	CuMg 0,2	80	35,7
		100	43,6
		107	45,7
		120	50,1
		150	61,1
Kupfer-Magnesium-Legierung	CuMg 0,5	80	40,4
		100	49,5
		107	46,3
		120	57,0
		150	68,4
Kupfer-Zinn-Legierung	CuSn 0,2 CuSn 0,4	80	35,7
		100	43,6
		107	44,6
		120	48,9
		150	61,1
Kupfer-Cadmium-Legierung	CuCd 0,7	80	33,4
		100	41,7
		107	44,6
		120	50,1
		150	62,6
Kupfer-Cadmium-Legierung	CuCd 1,0	80	35,3
		100	43,2
		107	45,2
		120	51,8
		150	64,7

a) Berechnet mit dem Mindest-Querschnitt.

ANMERKUNG 1 Infolge einer möglichen Abhängigkeit zwischen der Kriechdehnung der Drähte und dem größten prozentualen Bruchdehnungswert (Tabelle 4) ist der Letztere in dieser Norm beibehalten worden. Wenn es nicht anders zwischen Abnehmer und Hersteller vereinbart wurde, sind es nur Richtwerte.

ANMERKUNG 2 Tabelle 5 enthält die Mindestwerte der berechneten Bruchlast, die bei Zugversuchen zu erreichen sind und den in Tabelle 4 angegebenen Mindest-Zugfestigkeiten entsprechen. Die Berechnung, die zur Bestimmung der in Tabelle 5 angegebenen Zahlen verwendet wurde, ist in B.2 festgelegt. Der Mindest-Querschnitt des Drahtes ist berücksichtigt worden, siehe 4.5.

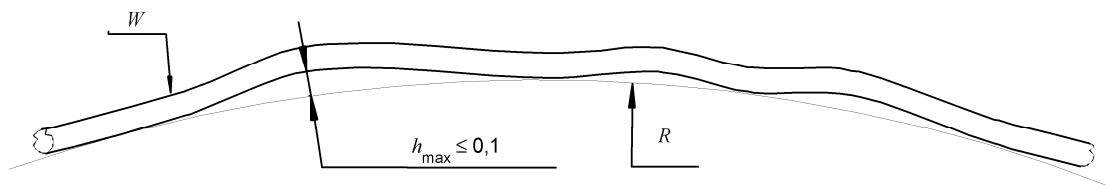
ANMERKUNG 3 Die Mindest-Bruchlast entspricht der Maximalkraft (F), wie in EN 10002-1 definiert.

4.7.2 Zusätzliche Anforderungen

Der Draht muss Hin- und Herbiegebelastungen, Torsionsbelastungen und Wickelbelastungen standhalten. Diese Anforderungen müssen in Übereinstimmung mit 5.5.2, 5.5.3 und 5.5.4 nach der Festlegung zwischen Abnehmer und Hersteller geprüft werden.

4.7.3 Mikrowelligkeiten in Längsachse des Drahtes

Die Drahtlängsachse darf keine unzulässigen Mikrowelligkeiten aufweisen. Nach der Fertigung darf gemäß der Festlegung zwischen Abnehmer und Hersteller die vertikale Abweichung der Längsachse des Drahtes, wie in Bild 7 gezeigt, nicht größer als 0,1 mm sein.



Legende

W Draht

R Bleibender Biegeradius bei geringen Zugkräften (bis zu 10 kN)

$h_{\max}$ maximale Abweichung der Längsachse in mm

Bild 7 – Grenzwerte für Mikrowelligkeiten im Draht

Diese Anforderung muss in Übereinstimmung mit 5.5.5 nach der Festlegung zwischen Abnehmer und Hersteller geprüft werden.

ANMERKUNG Dieses Problem tritt vor allem bei hochfesten Kupfer-Legierungen auf (Mindest-Zugfestigkeit > 400 N/mm²).

4.8 Verbindung von Vordrähten oder Zwischendrähten

Verbindungsstellen sind zulässig, ausgenommen, wenn durch den Abnehmer anders festgelegt.

Die Art der Verbindungsstelle muss mit dem Abnehmer vereinbart sein.

Die Verbindungsstelle darf nur an Vordrähten oder Zwischendrähten hergestellt werden.

5 Überprüfung der Kenngrößen von Drähten

5.1 Werkstoffzusammensetzung

Der Hersteller muss ein Zertifikat beilegen, mit dem bestätigt wird, dass die Werkstoffzusammensetzung mit Anhang B oder den zwischen Abnehmer und Hersteller vereinbarten Anforderungen übereinstimmt.

5.2 Beschaffenheit

Der Draht muss zusammen mit jedem Prüfling, der anderen in dieser Norm angegebenen Prüfungen unterzogen wird, mit bloßem Auge untersucht werden (auf gewöhnliches Sehvermögen korrigiert). Die Beschaffenheit muss den Anforderungen nach 4.3 entsprechen.

5.3 Profile und Maße

Die Maßuntersuchung muss entweder mit einer geeigneten Bügelmessschraube oder einem Messschieber, mit einem Profilreflektor mit mindestens 10facher Vergrößerung, oder mittels eines anderen geeigneten Verfahrens durchgeführt werden.

5.4 Elektrische Eigenschaften

Die Messung des spezifischen Widerstandes oder des Widerstandes je Längeneinheit muss nach IEC 60468:1974 erfolgen. Die Ergebnisse müssen 4.5.1 und 4.5.2 entsprechen.

ANMERKUNG 1 Der Temperaturkoeffizient des Widerstandes für die Messung des Widerstandes bei anderen Temperaturen als in 4.5.1 und 4.5.2 angegeben beträgt:

Für Kupfer (Cu-ETP, hart gezogen):	$3,8 \times 10^{-03}/K$;
Für Kupfer-Silber-Legierung (CuAg0,1):	$3,8 \times 10^{-03}/K$;
Für Kupfer-Magnesium-Legierung (CuMg0,2):	$3,1 \times 10^{-03}/K$;
Für Kupfer-Magnesium-Legierung (CuMg0,5):	$2,7 \times 10^{-03}/K$;
Für Kupfer-Zinn-Legierung (CuSn0,2, CuSn0,4):	$3,2 \times 10^{-03}/K$.

Für andere Legierungen sind die Werte zwischen Abnehmer und Hersteller zu vereinbaren.

ANMERKUNG 2 In einem Temperaturbereich von -50 °C bis 100 °C ist der Temperaturkoeffizient des Widerstandes konstant. Für diese Anwendung der Messung des elektrischen Widerstands ist die Festlegung eines Temperaturbereichs nicht notwendig.

ANMERKUNG 3 Die Werte sind nur eine Empfehlung. Abweichungen können bei anderen chemischen Zusammensetzungen und Fertigungsverfahren auftreten.

5.5 Mechanische Eigenschaften

5.5.1 Bruchlast und prozentuale Dehnung nach dem Bruch

Diese Prüfung wird nach den Anforderungen der EN 10002-1 durchgeführt. Die Bezugslänge für die Messung der prozentualen Dehnung beträgt 200 mm.

Der ursprüngliche Querschnitt wird berechnet aus der gemessenen Masse je Längeneinheit und der Dichte entsprechend dem angegebenen Werkstoff (siehe C.5). Die Werte müssen 4.6.1 entsprechen.

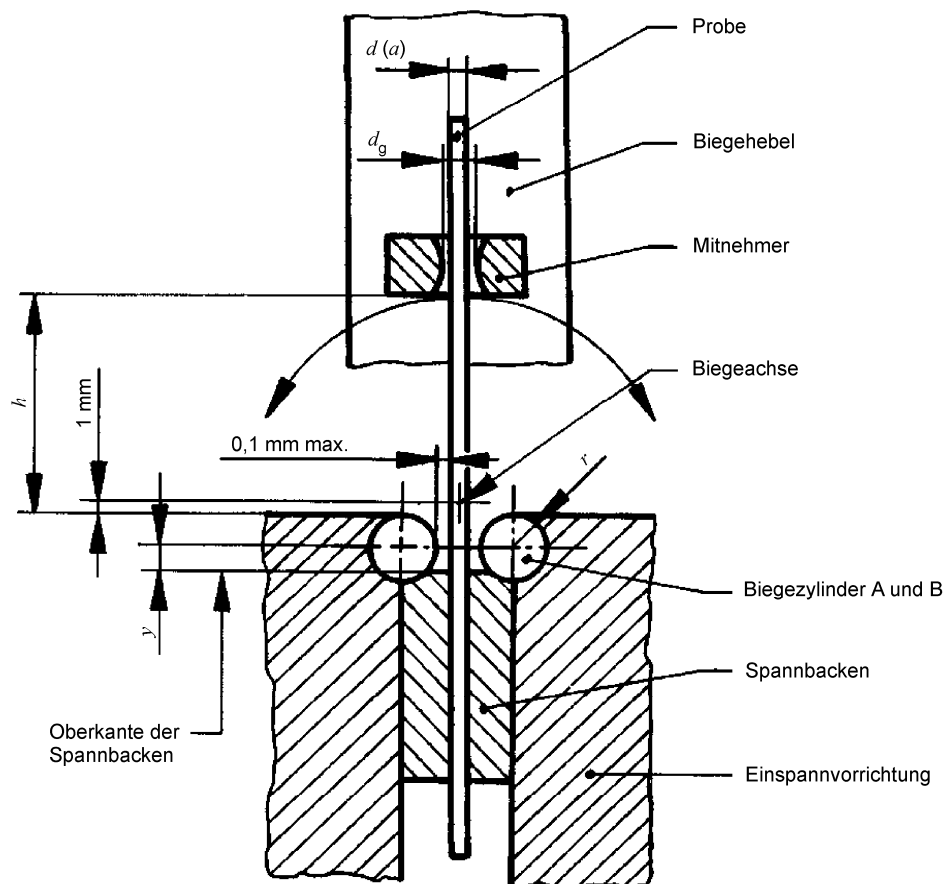
Für die Prüfung an einer Verbindungsstelle des Drahtes müssen die Anforderungen von 4.7 und 4.8 beachtet werden, und die Prüfung der Zugfestigkeit muss wie folgt durchgeführt werden:

- wenn die Länge der Verbindungsstelle gleich oder kleiner als die Länge zwischen den Bezugsmarken ist, muss die Verbindungsstelle in der Mitte der Bezugsmarken angeordnet sein;
- wenn die Länge des mit einer Verbindungsstelle versehenen Rillen-Fahrdrahtes größer als die Länge zwischen den Bezugsmarken ist, muss das Prüfverfahren zwischen Abnehmer und Hersteller vereinbart werden.

5.5.2 Hin- und Herbiegeversuch

Diese Prüfung ist wahlfrei, sie erfolgt auf Wunsch des Abnehmers. Die Prüfung wird in Anlehnung an das in ISO 7801:1984 beschriebene Prüfverfahren und nach Bild 8 durchgeführt. Der Abstand von der Oberkante der Biegezyylinder bis zur Unterkante des Mitnehmers muss maximal 200 mm betragen. Der Draht ist so einzusetzen, dass die Unter- und Oberseite des Drahtes parallel zu den Spannbacken sind (wie in Bild 9 gezeigt). Bei der ersten Biegung muss die Unterseite des Drahtes innen und die Oberseite des Drahtes außen liegen. Der Draht muss mindestens sechsmal um 90° in entgegengesetzter Richtung über einen Biegezyylinder mit einem Radius von 30 mm hin- und hergebogen werden. Eine Biegung besteht im Biegen des freien Endes der Probe um 90° und wieder zurück in die Ursprungsposition, in Übereinstimmung mit Bild 9. Das Biegen darf von Hand durchgeführt werden.

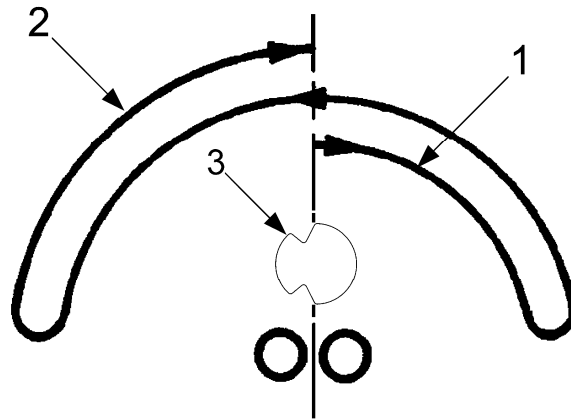
Nach Beendigung der Prüfung darf der Draht keine Risse oder Brüche aufweisen.



Symbol	Bedeutungen	Einheit
d	Durchmesser des Runddrahtes	mm
a	Mindestdicke des Drahtes mit nicht-rundem Querschnitt, der zwischen den parallelen Klemmen gehalten werden kann	mm
r	Radius der Biegezyylinder (Dorn)	mm
h	Abstand von der Oberkante der Biegezyylinder bis zur Unterkante des Mitnehmers	mm
d_g	Durchmesser der Bohrung des Mitnehmers	mm
y	Abstand von der Ebene durch die Achsen der Biegezyylinder zur Oberkante der Spannbacken	mm
Nb	Biegezahl	

[ISO 7801:1984, Bild 1 und Tabelle 1]

Bild 8 – Hin- und Herbiegeversuch – Versuchsaufbau



Legende

- 1 Erste Biegung
- 2 Zweite Biegung
- 3 Orientierung des Drahtes

[ISO 7801:1984, Bild 3, modifiziert]

Bild 9 – Hin- und Herbiegeversuch – Verfahren

5.5.3 Torsionsfestigkeitsprüfung

Diese Prüfung ist wahlfrei, sie erfolgt auf Wunsch des Abnehmers.

Ein Prüfling eines Drahtes muss ausgewählt und zwischen zwei Spannbackensätze mit einem Abstand von 250 mm, gemessen ohne mechanische Spannung, geklemmt werden. Der Prüfling wird danach durch den sich längs bewegendenden Spannbackensatz gehalten. Der andere Spannbackensatz bewegt sich nur mit einer Drehbewegung um die Drahtachse.

Die Drehzahl der Spannbacke muss zwischen 15 und 20 Umdrehungen je min betragen. Der Prüfling muss fünf Umdrehungen in derselben Richtung ausgesetzt werden.

Nach Beendigung der Prüfung müssen die Prüflinge mit bloßem Auge untersucht werden (auf gewöhnliches Sehvermögen korrigiert), dabei darf kein Riss, Abblättern, Anriss oder Anbruch festzustellen sein. Im Fall einer Verbindungsstelle wird keine Trennung der Verbindungsstelle zugelassen.

5.5.4 Prüfung der Wickeleigenschaften

Diese Prüfung ist wahlfrei, sie erfolgt auf Wunsch des Abnehmers.

Ein Prüfling eines Drahtes muss auf der Draht-Lauffläche dreimal nacheinander in 360°-Windungen um einen zylindrischen Dorn gewickelt werden. Für Kupfer und Kupfer-Silber muss der Dorn maximal den gleichen Durchmesser haben wie der Prüfdraht. Für andere Kupferlegierungen muss der Dorn maximal den doppelten Durchmesser wie der Prüfdraht haben.

Nach Beendigung der Prüfung müssen die Prüflinge mit bloßem Auge untersucht werden (auf gewöhnliches Sehvermögen korrigiert), dabei darf kein Riss, Abblättern, Anriss oder Anbruch festzustellen sein.