

## DIN EN 13602



ICS 77.150.30

Ersatz für  
DIN EN 13602:2002-07**Kupfer und Kupferlegierungen –  
Gezogener Runddraht aus Kupfer zur Herstellung elektrischer Leiter;  
Deutsche Fassung EN 13602:2013**

Copper and copper alloys –  
Drawn, round copper wire for the manufacture of electrical conductors;  
German version EN 13602:2013

Cuivre et alliages de cuivre –  
Fils ronds en cuivre étirés pour la fabrication des conducteurs électriques;  
Version allemande EN 13602:2013

Gesamtumfang 23 Seiten

Normenausschuss Nichteisenmetalle (FNNE) im DIN  
DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE



## **Nationales Vorwort**

Dieses Dokument (EN 13602:2013) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 133 „Kupfer und Kupferlegierungen“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) des Europäischen Komitees für Normung (CEN) erarbeitet.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 066-02-04 AA „Strangpress- und Zieherzeugnisse“ des Normenausschusses Nichteisenmetalle (FNNE) im DIN verantwortlich.

Für die in diesem Dokument zitierte Internationale Norm wird im Folgenden auf die entsprechende DIN-Norm bzw. DIN-IEC-Norm hingewiesen:

IEC 60468 siehe DIN IEC 60468

### **Änderungen**

Gegenüber DIN EN 13602:2002-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Begriffe überarbeitet;
- b) normative Verweisungen aktualisiert;
- c) redaktionelle Änderungen.

### **Frühere Ausgaben**

DIN VDE 500 = DIN 40500: 1934x-04  
DIN 40500-4: 1962-10, 1973-09  
DIN 40500-5: 1978-03, 1983-06  
DIN EN 13602: 2002-07

## **Nationaler Anhang NA** (informativ)

### **Literaturhinweise**

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

Deutsche Fassung

Kupfer und Kupferlegierungen —  
Gezogener Runddraht aus Kupfer zur Herstellung elektrischer  
Leiter

Copper and copper alloys —  
Drawn, round copper wire for the manufacture of electrical  
conductors

Cuivre et alliages de cuivre —  
Fils ronds en cuivre étirés pour la fabrication des  
conducteurs électriques

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 25. April 2013 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

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



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

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

## Inhalt

|  | Seite     |
|--|-----------|
| <b>Vorwort .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>1 Anwendungsbereich .....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>2 Normative Verweisungen .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>3 Begriffe .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>4 Bezeichnungen .....</b>   | <b>5</b>  |
| 4.1 Werkstoff .....  | 5         |
| 4.2 Zustand .....  | 5         |
| 4.3 Produkt .....  | 5         |
| <b>5 Bestellangaben .....</b>  | <b>7</b>  |
| <b>6 Anforderungen .....</b>   | <b>8</b>  |
| 6.1 Zusammensetzung .....  | 8         |
| 6.2 Mechanische Eigenschaften .....  | 8         |
| 6.3 Elektrische Eigenschaften .....  | 9         |
| 6.4 Maße .....   | 9         |
| 6.5 Umformbarkeit .....  | 9         |
| 6.6 Oberflächenbeschaffenheit .....  | 9         |
| <b>7 Probenentnahme .....</b>  | <b>9</b>  |
| 7.1 Allgemeines .....  | 9         |
| 7.2 Analyse .....  | 10        |
| 7.3 Mechanische Prüfungen, elektrische Prüfungen und Beurteilung der Verzinnung .....    | 10        |
| <b>8 Prüfverfahren .....</b>   | <b>10</b> |
| 8.1 Analyse .....  | 10        |
| 8.2 Zugversuch .....   | 10        |
| 8.3 Prüfung der Umformbarkeit .....  | 10        |
| 8.4 Prüfung des spezifischen elektrischen Widerstands .....                              | 11        |
| 8.5 Beurteilung von Zinnüberzügen .....  | 11        |
| 8.6 Wiederholungsprüfungen .....   | 11        |
| 8.7 Runden von Ergebnissen .....   | 11        |
| <b>9 Konformitätserklärung und Prüfbescheinigung .....</b>                               | <b>12</b> |
| 9.1 Konformitätserklärung .....  | 12        |
| 9.2 Prüfbescheinigung .....  | 12        |
| <b>10 Kennzeichnung, Verpackung, Etikettierung .....</b>                                 | <b>12</b> |
| <b>Anhang A (informativ) Eigenschaften von Kupfersorten für die Elektrotechnik .....</b> | <b>19</b> |
| <b>Literaturhinweise .....</b>   | <b>21</b> |
| <br><b>Tabellen</b>  |           |
| Tabelle 1 — Zusammensetzung von Cu-ETP1 (CW003A) und Cu-OF1 (CW007A) .....               | 13        |
| Tabelle 2 — Zusammensetzung von Cu-ETP (CW004A), Cu-FRHC (CW005A) und Cu-OF (CW008A) ... | 14        |
| Tabelle 3 — Mechanische Eigenschaften von nicht verzinnem Draht .....                    | 15        |
| Tabelle 4 — Mechanische Eigenschaften von verzinnem Draht .....                          | 16        |
| Tabelle 5 — Elektrische Eigenschaften (bei 20 °C) .....                                  | 17        |
| Tabelle 6 — Grenzabmaße für den Durchmesser .....  | 18        |
| Tabelle 7 — Anforderungen an die Überzüge .....  | 18        |
| Tabelle 8 — Anzahl der Biegungen am geglühten Draht .....                                | 18        |
| Tabelle 9 — Anzahl der Biegungen am hart gezogenen Draht .....                           | 18        |
| Tabelle A.1 — Besondere Eigenschaften von Kupfersorten für die Elektrotechnik .....      | 20        |

## Vorwort

Dieses Dokument (EN 13602:2013) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 133 „Kupfer und Kupferlegierungen“ erarbeitet, 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 Dezember 2013, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2013 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument ersetzt EN 13602:2002.

Im Vergleich mit EN 13602:2002 wurden die folgenden Änderungen vorgenommen:

- Begriffe angepasst;
- Normative Verweisungen aktualisiert;
- redaktionell überarbeitet.

Im Rahmen seines Arbeitsprogramms hat das Technische Komitee CEN/TC 133 die Arbeitsgruppe CEN/TC 133/WG 4 „Strangpress- und Zieherzeugnisse, Schmiedestücke und Schrotte“ gebeten die folgende Norm zu überarbeiten:

EN 13602:2002, *Kupfer und Kupferlegierungen — Gezogener Runddraht aus Kupfer zur Herstellung elektrischer Leiter*

Die Produkte, die in dieser Europäischen Norm festgelegt sind, sind besonders für die Elektrotechnik geeignet, das heißt, ihre elektrischen Eigenschaften sind festgelegt. Gezogener Runddraht zur allgemeinen Verwendung ist in EN 12166 festgelegt.

Dies ist eine aus einer Reihe von Europäischen Normen für Produkte aus Kupfer für die Elektrotechnik. Andere Produkte aus Kupfer sind wie folgt genormt:

EN 13599, *Kupfer und Kupferlegierungen — Platten, Bleche und Bänder aus Kupfer für die Anwendung in der Elektrotechnik*

EN 13600, *Kupfer und Kupferlegierungen — Nahtlose Rohre aus Kupfer für die Anwendung in der Elektrotechnik*

EN 13601, *Kupfer und Kupferlegierungen — Stangen und Drähte aus Kupfer für die allgemeine Anwendung in der Elektrotechnik*

EN 13604, *Kupfer und Kupferlegierungen — Produkte aus hochleitfähigem Kupfer für Elektronenröhren, Halbleiterbauelemente und für die Anwendung in der Vakuumtechnik*

EN 13605, *Kupfer und Kupferlegierungen — Profile und profilierte Drähte aus Kupfer für die Anwendung in der Elektrotechnik*

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

## **1 Anwendungsbereich**

Diese Europäische Norm legt die Zusammensetzung, die Anforderungen an die Eigenschaften, einschließlich elektrische Eigenschaften und Grenzabmaße für gezogenen Runddraht aus Kupfer mit Dicken von 0,04 mm bis 5 mm zur Anfertigung elektrischer Leiter fest, die für die Herstellung von Stangen, isolierten Kabeln und Schnüren bestimmt sind.

Diese Norm gilt für nicht verzinnte, verzinnte, geglühte oder hart gezogene Drähte und für einadrige oder mehradrige Drähte. Sie gilt nicht für Drähte zum Emaillieren (Spulendraht, Magnetdraht), zur Verwendung in der Elektronik und für Kontaktdraht für den elektrischen Fahrbetrieb.

Der Ablauf der Probenentnahme, die Prüfverfahren zur Feststellung der Übereinstimmung mit den Anforderungen dieser Norm und die Lieferbedingungen sind ebenfalls festgelegt.

**ANMERKUNG** Aufgrund der thermischen und/oder mechanischen Behandlung, die im Ablauf der Kabelherstellung auftritt, weichen die Eigenschaften der Leiter im Kabel oder in der Schnur von denen des gelieferten Originaldrahtes ab. Die Anforderungen für Leiter, die aus Kabeln oder Schnüren entnommen werden, sind in den entsprechenden Normen für Kabel enthalten.

## **2 Normative Verweisungen**

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 610, *Zinn und Zinnlegierungen — Zinn in Masseln*

EN 1655, *Kupfer und Kupferlegierungen — Konformitätserklärungen*

EN 1976, *Kupfer und Kupferlegierungen — Gegossene Rohformen aus Kupfer*

EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

EN 13603, *Kupfer und Kupferlegierungen — Prüfverfahren zur Beurteilung von Schutzüberzügen aus Zinn auf gezogenen Runddrähten aus Kupfer für die Anwendung in der Elektrotechnik*

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

IEC 60468, *Method of measurement of resistivity of metallic materials*

ISO 1811-2, *Copper and copper alloys — Selection and preparation of samples for chemical analysis — Part 2: Sampling of wrought products and castings*

ISO 4739, *Wrought copper and copper alloy products — Selection and preparation of specimens and test pieces for mechanical testing*

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

ISO 7802, *Metallic materials — Wire — Wrapping test*

## **3 Begriffe**

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

### **3.1**

#### **Draht**

⟨Draht⟩ gewickeltes Produkt mit einheitlichem Querschnitt über die ganze Länge

Anmerkung 1 zum Begriff: Rechtecke können runde oder scharfe Kanten haben.

[QUELLE: EN 12166:2011, 3.1]

### 3.2

#### **mehradriger Draht**

eine Anzahl von Drähten mit gleichem Durchmesser (Nennmaß) und im gleichen Zustand, die gleichzeitig auf dieselbe Spule gewickelt wurden und die sich maximal einmal je Spulenumdrehung umwinden

Anmerkung 1 zum Begriff: Allgemein werden die Drähte gleichzeitig auf derselben Maschine gezogen.

### 3.3

#### **Unrundheit (Draht)**

Unterschied zwischen dem maximalen und minimalen Durchmesser, der an irgendeinem Querschnitt eines Produkts mit rundem Querschnitt gemessen wurde

[QUELLE: EN 12163:2011, 3.3]

## 4 Bezeichnungen

### 4.1 Werkstoff

#### 4.1.1 Allgemeines

Der Werkstoff wird entweder durch ein Werkstoffkurzzeichen oder durch eine Werkstoffnummer bezeichnet (siehe Tabellen 1 und 2).

#### 4.1.2 Werkstoffkurzzeichen

Der Bezeichnung durch Werkstoffkurzzeichen liegt das in ISO 1190-1 enthaltene Bezeichnungssystem zugrunde.

ANMERKUNG Obwohl die Werkstoffkurzzeichen, die in dieser Norm verwendet werden, die gleichen sein können wie in anderen Normen, welche das Bezeichnungssystem nach ISO 1190-1 verwenden, können sich die Anforderungen an die Zusammensetzung gleich bezeichneter Werkstoffe im Einzelnen voneinander unterscheiden.

#### 4.1.3 Werkstoffnummer

Die Werkstoffnummer entspricht dem in EN 1412 festgelegten System.

### 4.2 Zustand

Für die Anwendung dieser Norm gelten die nachstehenden Zustandsbezeichnungen; sie entsprechen dem in EN 1173 enthaltenen System:

R... Zustand, bezeichnet mit dem kleinsten Wert für die Anforderung an die Zugfestigkeit für das Produkt mit vorgeschriebenen Anforderungen an die Zugfestigkeit;

A... Zustand, bezeichnet mit dem kleinsten Wert für die Anforderung an die Bruchdehnung für das Produkt mit vorgeschriebenen Anforderungen an die Bruchdehnung.

Eine genaue Umrechnung zwischen den Zuständen, bezeichnet mit R... und A..., ist nicht möglich.

Der Zustand wird nur durch eine der oben genannten Bezeichnungen bezeichnet.

### 4.3 Produkt

Die Produktbezeichnung stellt ein genormtes Bezeichnungsmodell dar, durch das eine schnelle und eindeutige Beschreibung eines Produktes möglich ist, wenn man sich auf es beziehen will. Das Modell ermöglicht ein gegenseitiges Verstehen auf internationaler Ebene hinsichtlich solcher Produkte, die die Anforderungen der betreffenden Europäischen Norm erfüllen.

Die Produktbezeichnung ist kein Ersatz für den vollen Inhalt der Norm.

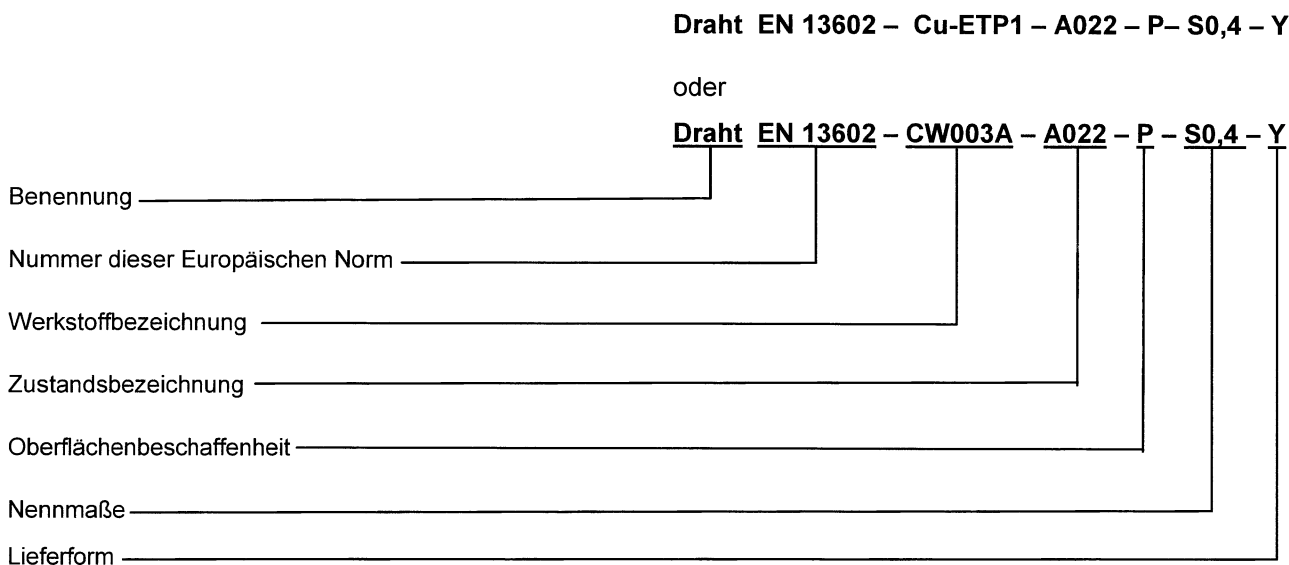
Die Produktbezeichnung für Produkte nach dieser Norm muss bestehen aus:

- a) Benennung (Draht);
- b) Nummer dieser Europäischen Norm (EN 13602);
- c) Werkstoffbezeichnung, entweder Werkstoffkurzzeichen oder Werkstoffnummer (siehe Tabellen 1 und 2);
- d) Zustandsbezeichnung (siehe Tabellen 3 und 4);
- e) Oberflächenausführung: nicht verzinkt (P) oder verzinkt (Sorte A, B oder C, siehe Tabelle 7);
- f) Nennmaße;
  - 1) einadriger Draht (S): Durchmesser;
  - 2) mehradriger Draht (M): Anzahl der Drähte und Durchmesser;
- g) Lieferform: Ring (Y) oder Spule (Z).

Die Herleitung einer Produktbezeichnung ist in Beispiel 1 dargestellt.

**BEISPIEL 1** Nicht verzinnter, einadriger Draht

Gezogener Runddraht für die Elektrotechnik in Übereinstimmung mit dieser Norm, Werkstoff entweder bezeichnet mit Cu-ETP1 oder CW003A, im Zustand A022, hergestellt als nicht verzinnter, einadriger Draht, Durchmesser (Nennmaß) 0,4 mm, in Ringen, wird wie folgt bezeichnet:



**BEISPIEL 2** Nicht verzinnter, mehradriger Draht

Gezogener Runddraht für die Elektrotechnik in Übereinstimmung mit dieser Norm, Werkstoff entweder bezeichnet mit Cu-ETP oder CW004A, im Zustand A020, hergestellt als nicht verzinnter, mehradriger Draht aus 7 Drähten, Durchmesser (Nennmaß) 0,4 mm, in Ringen, wird wie folgt bezeichnet:

**Draht EN 13602 – Cu-ETP – A020 – P – M7 × 0,4 – Y**

oder

**Draht EN 13602 – CW004A – A020 – P – M7 × 0,4 – Y**



BEISPIEL 3      Verzinnter, einadriger Draht

Gezogener Runddraht für die Elektrotechnik in Übereinstimmung mit dieser Norm, Werkstoff entweder bezeichnet mit Cu-OF1 oder CW007A, im Zustand A024, hergestellt als verzinnter, Verzinnungsart B, einadriger Draht, Durchmesser (Nennmaß) 1,2 mm, in Ringen, wird wie folgt bezeichnet:

**Draht EN 13602 – Cu-OF1 – A024 – B – S1,2 – Y**

oder

**Draht EN 13602 – CW007A – A024 – B – S1,2 – Y**

BEISPIEL 4      Verzinnter, mehradriger Draht

Gezogener Runddraht für die Elektrotechnik in Übereinstimmung mit dieser Norm, Werkstoff entweder bezeichnet mit Cu-FRHC oder CW005A, im Zustand A018, hergestellt als verzinnter, Verzinnungsart C, mehradriger Draht aus 10 Drähten, Durchmesser (Nennmaß) 0,5 mm, auf Spulen, muss wie folgt bezeichnet werden:

**Draht EN 13602 – Cu-FRHC – A018 – C – M10 × 0,5 – Z**

oder

**Draht EN 13602 – CW005A – A018 – C – M10 × 0,5 – Z**

## 5 Bestellangaben

Zur Erleichterung von Anfrage, Bestellung und Auftragsbestätigung im Bestellvorgang zwischen Käufer und Lieferer muss der Käufer in seiner Anfrage und Bestellung Folgendes angeben:

- a) Menge des verlangten Produktes (Masse oder Anzahl der Ringe oder Spulen);
- b) Benennung (Draht);
- c) Nummer dieser Europäischen Norm (EN 13602);
- d) Werkstoffbezeichnung (siehe Tabellen 1 und 2);
- e) Zustandsbezeichnung (siehe 4.2 und Tabellen 3 und 4);
- f) Art der Oberflächenbeschaffenheit (siehe 6.6)
  - 1) nicht verzinnt, oder
  - 2) verzinnt (Sorte A, B oder C, siehe Tabelle 7);
- g) Maße (Nennmaße);
  - 1) einadriger Draht: Durchmesser (Nennmaß);
  - 2) mehradriger Draht: Anzahl der Drähte × Durchmesser (Nennmaß) der einzelnen Drähte;
- h) Lieferform: Ring (Y) oder Spule (Z);
- i) Ringgröße oder Art der Spule;
- j) ob der mehradrige Draht dynamisch oder statisch aufzuwickeln ist.

Es wird empfohlen, die Produktbezeichnung nach 4.3 für die Angaben zu b) bis h) zu verwenden.

Falls erforderlich, muss der Käufer in der Anfrage und im Auftrag zusätzlich Folgendes angeben:

- k) ob eine besondere Oberflächenbeschaffenheit verlangt wird (siehe 6.6);
- l) welche Prüfung zur Umformbarkeit verlangt wird (siehe 8.3);
- m) welches Prüfverfahren zur Beurteilung des Zinnüberzuges verlangt wird (siehe 8.5) und ob bei durchgehendem Zinnüberzug Drahtdurchmesser von 0,04 mm bis 0,315 mm zu prüfen sind. Wenn ja, sind die Prüfstücklänge und die Annahme-/Ablehnungskriterien zu vereinbaren;
- n) ob eine besondere Masse oder Länge je Ring oder je Spule verlangt wird;
- o) ob eine Konformitätserklärung verlangt wird (siehe 9.1);
- p) ob eine Prüfbescheinigung verlangt wird, und wenn dies der Fall ist, welche Art (siehe 9.2);
- q) ob besondere Anforderungen an die Kennzeichnung, Verpackung oder Etikettierung bestehen (siehe Abschnitt 10).

**BEISPIEL** Bestellangaben für 1 500 kg gezogenen Runddraht für die Elektrotechnik in Übereinstimmung mit EN 13602, Werkstoff entweder bezeichnet mit Cu-ETP1 oder CW003A, im Zustand A018, hergestellt nach Verzinnungsart B, mehradriger Draht aus 10 Drähten, Durchmesser (Nennmaß) 0,5 mm, in Ringen, dynamisch aufgewickelt, Ring-Innendurchmesser (Nennmaß) 500 mm:

**1 500 kg Draht EN 13602 — Cu-ETP1 — A018 — B — M10 × 0,5 — Y**

**— dynamisch aufgewickelt**

**— Ring-Innendurchmesser (Nennmaß) 500 mm**

oder

**1 500 kg Draht EN 13602 — CW003A — A018 — B — M10 × 0,5 — Y**

**— dynamisch aufgewickelt**

**— Ring-Innendurchmesser (Nennmaß) 500 mm**

## **6 Anforderungen**

### **6.1 Zusammensetzung**

Die Zusammensetzung muss mit den Anforderungen für den entsprechenden Werkstoff, wie in den Tabellen 1 und 2 enthalten, übereinstimmen.

**ANMERKUNG** Eigenschaften von Kupfersorten für die Elektrotechnik, siehe Anhang A.

### **6.2 Mechanische Eigenschaften**

#### **6.2.1 Nicht verzinnte Drähte**

Die mechanischen Eigenschaften für nicht verzinnten Draht müssen mit den entsprechenden Anforderungen, wie in Tabelle 3 enthalten, übereinstimmen. Die Prüfungen müssen nach 8.2 durchgeführt werden.

#### **6.2.2 Verzinnte Drähte**

Die mechanischen Eigenschaften für verzinnten Draht müssen mit den entsprechenden Anforderungen, wie in Tabelle 4 enthalten, übereinstimmen. Die Prüfungen müssen nach 8.2 durchgeführt werden.

### **6.3 Elektrische Eigenschaften**

Die elektrischen Eigenschaften von nicht verzinnem und verzinnem Draht müssen mit den entsprechenden Anforderungen, die in Tabelle 5 enthalten sind, übereinstimmen. Die Prüfung muss nach 8.4 durchgeführt werden.

### **6.4 Maße**

Die Maße von Drähten sind mit den Durchmessern festgelegt. Die Durchmesser müssen mit den Abmaßen übereinstimmen, die in Tabelle 6 enthalten sind. Der Werkstoff Cu-FRHC (CW005A) ist für Drähte mit einem Durchmesser kleiner als 0,2 mm nicht zu gebrauchen.

### **6.5 Umformbarkeit**

Draht im Zustand R... und einem Durchmesser von 0,5 mm bis 5 mm darf weder brechen noch irgendwelche Risse zeigen, wenn er nach 8.3.1 geprüft und ohne optische Vergrößerung beurteilt wird.

Wenn nach 8.3.2 geprüft wird, muss für geglähten Draht, bevor der Bruch eintritt, die Anzahl der Biegungen mindestens den Werten entsprechen, die in Tabelle 8 enthalten sind; für hart gezogenen Draht, denen, die in Tabelle 9 enthalten sind.

### **6.6 Oberflächenbeschaffenheit**

#### **6.6.1 Allgemeines**

Draht muss entweder nicht verzinkt (P) oder verzinkt geliefert werden. Drei Dicken Ausführungen des nicht legierten Anteils des Überzugs sind lieferbar, siehe A, B und C in Tabelle 7.

#### **6.6.2 Nicht verzinkter Draht**

Der Draht muss sauber und frei von Fehlern sein, die zu Schäden führen könnten. Die Fehler müssen zum Zeitpunkt der Anfrage und des Auftrages in einer Vereinbarung zwischen Käufer und Lieferer einzeln festgelegt werden. Die Existenz eines Oberflächenfilms aus Schmiermittelresten auf kaltgezogenen Produkten ist üblich und zulässig, solange keine anderen Festlegungen getroffen werden.

Besondere Anforderungen, die sich auf die Oberflächenausführung beziehen, müssen zwischen Käufer und Lieferer vereinbart werden [siehe Abschnitt 5, Listeneintrag f)].

#### **6.6.3 Verzinkter Draht**

Zusätzlich zu 6.6.2 muss verzinkter Draht einen glatten, gleichmäßigen und haftenden Überzug von Zinn haben, der frei von Verunreinigung ist, die zu Schäden führen können; es muss eine Überzugsart nach EN 610 verwendet werden. Der Überzug muss mit den Anforderungen nach Tabelle 7 übereinstimmen. Die Prüfung muss nach einem Prüfverfahren nach 8.5 durchgeführt werden.

## **7 Probenentnahme**

### **7.1 Allgemeines**

Falls erforderlich (z. B. wenn sich entsprechende Maßnahmen aus den im Qualitätsmanagementsystem des Lieferers festgelegten Arbeitsabläufen ergeben, oder wenn der Käufer Prüfbescheinigungen mit der Angabe von Prüfergebnissen fordert, oder falls Prüfergebnisse nicht anerkannt werden), muss von einer Prüfeinheit eine Probenmenge nach 7.2 und 7.3 entnommen werden.

## **7.2 Analyse**

Der Probenanteil muss den Festlegungen in ISO 1811-2 entsprechen. Von jedem Probestück muss ein Probenabschnitt vorbereitet und zur Bestimmung der Zusammensetzung verwendet werden. Die Vorbereitung muss dem anzuwendenden Analysenverfahren entsprechen.

Bei der Vorbereitung des Probenabschnitts sollte darauf geachtet werden, dass eine Verunreinigung oder Überhitzung des Probenabschnitts vermieden wird. Die Verwendung hartmetallbestückter Werkzeuge wird empfohlen. Werkzeuge aus Stahl sollten aus magnetischem Material bestehen, um nachfolgend die Beseitigung von Eisenpartikeln zu erleichtern. Falls die Prüfmenge aus Spänen besteht, sollten die Späne (z. B. Bohrspäne, Frässpäne) vorsichtig mit einem starken Magneten behandelt werden, um Eisenpartikel, die bei der Probenvorbereitung eingeschleppt wurden, wieder aus den Spänen zu entfernen.

Falls Analysenergebnisse nicht anerkannt werden, sollte die in ISO 1811-2 festgelegte Vorgehensweise vollständig befolgt werden.

**ANMERKUNG** Analysenergebnisse, die schon früher im Fertigungsablauf des Produktes, z. B. unmittelbar vor dem Gießen, ermittelt wurden, dürfen verwendet werden, wenn die Werkstoffidentität während des Fertigungsablaufs erhalten bleibt und der Hersteller über ein zertifiziertes Qualitätsmanagementsystem, z. B. nach EN ISO 9001 verfügt.

## **7.3 Mechanische Prüfungen, elektrische Prüfungen und Beurteilung der Verzinnung**

**7.3.1** Die Auswahl und Vorbereitung von Probenabschnitten und Proben für das mechanische Prüfen müssen nach ISO 4739 durchgeführt werden.

**7.3.2** Die Anzahl von Drähten, die für die Bestimmung der mechanischen Eigenschaften und der Verzinnung von mehradrigen Drähten entnommen werden, muss dem Lieferer überlassen bleiben.

**7.3.3** Der Probenanteil für Draht muss, für jede der Prüfungen auf die in 8.2, 8.3, 8.4 und 8.5 verwiesen wird, eine Probe je Prüfeinheit sein.

## **8 Prüfverfahren**

### **8.1 Analyse**

Die Analyse muss an den nach 7.2 aus Probenabschnitten erhaltenen Proben oder einer Prüfmenge durchgeführt werden. Außer in Schiedsfällen bleibt die Wahl des geeigneten Analysenverfahrens dem Lieferer überlassen. In Schiedsfällen müssen die anzuwendenden Prüfverfahren zwischen den Beteiligten vereinbart werden. Für die Angabe von Messergebnissen müssen die Rundungsregeln nach 8.7 angewendet werden.

### **8.2 Zugversuch**

Der Zugversuch muss nach EN ISO 6892-1 und an Proben durchgeführt werden, die aus den nach 7.3 entnommenen Probenabschnitten vorbereitet wurden.

Wenn nichts Anderes zwischen Käufer und Lieferer vereinbart wurde, müssen Drähte aus mehradrigem Draht einzeln und nicht als vollständiger mehradriger Draht geprüft werden.

### **8.3 Prüfung der Umformbarkeit**

#### **8.3.1 Wickelversuch**

Draht im Zustand R... müssen dem Wickelversuch unterworfen werden. Der Versuch muss nach ISO 7802 an Proben durchgeführt werden, die aus den nach 7.3 entnommenen Probenabschnitten vorbereitet wurden.

Der Draht muss zu einer geschlossenen Spirale mit acht Windungen um einen Draht gleichen Durchmessers gewickelt werden. Sechs Windungen müssen dann abgewickelt werden und dann wieder geschlossen in die gleiche Richtung wie die erste Wicklung gewickelt werden.

### 8.3.2 Hin- und Herbiegeversuch

Der Hin- und Herbiegeversuch muss nach ISO 7801 an Proben durchgeführt werden, die aus den nach 7.3 entnommenen Probenabschnitten vorbereitet wurden.

Für geglähten Draht lässt sich der Versuch nur für Draht mit einem Durchmesser größer als 0,50 mm anwenden. Für hart gezogenen Draht lässt sich der Versuch nur für Draht mit einem Durchmesser größer als 1,00 mm anwenden.

### 8.4 Prüfung des spezifischen elektrischen Widerstands

Der spezifische elektrische Widerstand oder die spezifische elektrische Leitfähigkeit muss durch direktes Messen am einadrigen Draht oder am mehradrigen Draht durchgeführt werden, der nach 7.3 entnommen und vorbereitet wurde.

Die Prüfung muss nach dem bekannten Verfahren, das in IEC 60468 festgelegt ist, durchgeführt werden.

### 8.5 Beurteilung von Zinnüberzügen

Wenn nichts anderes zwischen Käufer und Lieferer vereinbart wurde, muss die Beurteilung des Zinnüberzugs nach einem in EN 13603 enthaltenen Verfahren an Proben vorgenommen werden, die aus den nach 7.3 entnommenen Probenabschnitten vorbereitet wurden, und zwar entweder

- durch die Bestimmung der Dicke des unlegierten Anteils des Zinnüberzugs; und/oder
- durch die Bestimmung der Gleichmäßigkeit des gesamten Zinnüberzugs; und/oder
- durch die Bestimmung der Haftfestigkeit des gesamten Zinnüberzugs.

Andere Beurteilungsverfahren sollten zwischen Käufer und Lieferer vereinbart werden.

### 8.6 Wiederholungsprüfungen

Falls eine oder mehrere Prüfungen nach 8.1 bis 8.5 nicht bestanden werden, so muss zugelassen werden, dass zwei weitere Probenabschnitte der gleichen Prüfeinheit zur Wiederholungsprüfung der nicht eingehaltenen Eigenschaft(en) entnommen werden. Einer dieser Probenabschnitte muss demselben Teil entnommen werden, aus dem die Probe stammt, welche die Prüfung nicht bestanden hat, es sei denn, dass das betreffende Teil nicht mehr verfügbar ist oder vom Lieferer schon ausgeschieden wurde.

Falls die Probe(n) von beiden Probenabschnitten die Prüfung(en) besteht (bestehen), gilt, dass die in Frage gestellte Prüfeinheit die einzelne(n) Anforderung(en) nach dieser Norm erfüllt. Falls eine dieser Proben eine Prüfung nicht besteht, gilt, dass die in Frage gestellte Prüfeinheit die Anforderungen nach dieser Norm nicht erfüllt.

### 8.7 Runden von Ergebnissen

Zum Nachweis der Einhaltung der Grenzwerte, die in dieser Norm festgelegt sind, muss ein bei einer Prüfung beobachteter oder errechneter Wert nach folgendem Verfahren auf der Grundlage der in ISO 80000-1:2009, Anhang B, gegebenen Leitlinien gerundet werden. Der Wert muss in einem Schritt auf die gleiche Anzahl von Ziffern gerundet werden, mit der die Grenze in dieser Europäischen Norm festgelegt ist. Abweichend davon gilt für die Zugfestigkeit und Dehngrenze ein Rundungsintervall von  $10 \text{ N/mm}^2$  <sup>1)</sup> und bei der Dehnung muss der Wert auf das nächstliegende 1 % gerundet werden.

Die folgenden Rundungsregeln müssen angewendet werden:

- a) falls die Ziffer unmittelbar nach der letzten beizubehaltenden Ziffer kleiner als fünf ist, darf die letzte beizubehaltende Ziffer nicht verändert werden;
- b) falls die Ziffer unmittelbar nach der letzten beizubehaltenden Ziffer gleich oder größer als fünf ist, muss die letzte beizubehaltende Ziffer um eins erhöht werden.

---

1)  $1 \text{ N/mm}^2$  entspricht 1 MPa.

## **9 Konformitätserklärung und Prüfbescheinigung**

### **9.1 Konformitätserklärung**

Wenn vom Käufer verlangt [siehe Abschnitt 5, Listeneintrag o)] und dies mit dem Lieferer vereinbart wurde, muss der Lieferer für die Produkte die entsprechende Konformitätserklärung nach EN 1655 abgeben.

### **9.2 Prüfbescheinigung**

Wenn vom Käufer verlangt [siehe Abschnitt 5, Listeneintrag p)] und dies mit dem Lieferer vereinbart wurde, muss der Lieferer für die Produkte die entsprechende Prüfbescheinigung nach EN 10204 abgeben.

## **10 Kennzeichnung, Verpackung, Etikettierung**

Kennzeichnung, Verpackung und Etikettierung bleiben dem Lieferer überlassen, falls vom Käufer nichts anderes festgelegt ist und mit dem Lieferer vereinbart wurde [siehe Abschnitt 5, Listeneintrag q)]

Tabelle 1 — Zusammensetzung von Cu-ETP1 (CW003A) und Cu-OF1 (CW007A)

| Werkstoff-<br>bezeichnung   |        | Zusammensetzung<br>% (Massenanteil) |    |         |                      |                       |                |                |                |                      |                |                |                |                |         |         |                      |                       |                |                | in dieser<br>Tabelle<br>aufgeführte<br>Elemente außer<br>Kupfer | ausge-<br>schlos-<br>sen |
|---|--------|-------------------------------------|----|---------|----------------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|---------|----------------------|-----------------------|----------------|----------------|---|--------------------------|
| Kurz-<br>zeichen  | Nummer | Ele-<br>ment                        | Cu | Ag      | As                   | Bi                    | Cd             | Co             | Cr             | Fe                   | Mn             | Ni             | O              | P              | Pb      | S       | Sb                   | Se                    | Si             | Sn             | Te  | Zn                       |
| Cu-ETP1   | CW003A | min.                                | —  | —       | —                    | —                     | —              | —              | —              | —                    | —              | —              | —              | —              | —       | —       | —                    | —                     | —              | —              | —   | —                        |
|   |        | max.                                | —  | 0,002 5 | 0,000 5 <sup>a</sup> | 0,000 20 <sup>b</sup> | — <sup>a</sup> | — <sup>c</sup> | — <sup>a</sup> | 0,001 0 <sup>c</sup> | — <sup>a</sup> | — <sup>c</sup> | 0,040          | — <sup>a</sup> | 0,000 5 | 0,001 5 | 0,000 4 <sup>a</sup> | 0,000 20 <sup>b</sup> | — <sup>c</sup> | — <sup>c</sup> | 0,000 20 <sup>b</sup>   | — <sup>c</sup>           |
| Cu-OF1  | CW007A | min.                                | —  | —       | —                    | —                     | —              | —              | —              | —                    | —              | —              | —              | —              | —       | —       | —                    | —                     | —              | —              | —   | —                        |
|   |        | max.                                | —  | 0,002 5 | 0,000 5 <sup>a</sup> | 0,000 20 <sup>b</sup> | — <sup>a</sup> | — <sup>c</sup> | — <sup>a</sup> | 0,001 0 <sup>c</sup> | — <sup>a</sup> | — <sup>c</sup> | — <sup>d</sup> | — <sup>a</sup> | 0,000 5 | 0,001 5 | 0,000 4 <sup>a</sup> | 0,000 20 <sup>b</sup> | — <sup>c</sup> | — <sup>c</sup> | 0,000 20 <sup>b</sup>   | — <sup>c</sup>           |
|   |        | O                                   |    |         |                      |                       |                |                |                |                      |                |                |                |                |         |         |                      |                       |                |                |   | 0,006 5                  |
|   |        | O                                   |    |         |                      |                       |                |                |                |                      |                |                |                |                |         |         |                      |                       |                |                |   | 0,006 5                  |
| <sup>a</sup> (As + Cd + Cr + Mn + P + Sb) max. 0,001 5 %.   |        |                                     |    |         |                      |                       |                |                |                |                      |                |                |                |                |         |         |                      |                       |                |                |   |                          |
| <sup>b</sup> (Bi + Se + Te) max. 0,000 3 %, davon (Se + Te) max. 0,000 30 %.  |        |                                     |    |         |                      |                       |                |                |                |                      |                |                |                |                |         |         |                      |                       |                |                |   |                          |
| <sup>c</sup> (Co + Fe + Ni + Si + Sn + Zn) max. 0,002 0 %.  |        |                                     |    |         |                      |                       |                |                |                |                      |                |                |                |                |         |         |                      |                       |                |                |   |                          |
| <sup>d</sup> Der Sauerstoffgehalt muss so eingestellt sein, dass der Werkstoff mit den Anforderungen nach EN 1976 zur Wasserstoffbeständigkeit übereinstimmt. |        |                                     |    |         |                      |                       |                |                |                |                      |                |                |                |                |         |         |                      |                       |                |                |   |                          |

**Tabelle 2 — Zusammensetzung von Cu-ETP (CW004A), Cu-FRHC (CW005A) und Cu-OF (CW008A)**

| Werkstoff-<br>bezeichnung  |        | Zusammensetzung<br>% (Massenanteil) |                 |         |                    |       |  |                     |
|--|--------|-------------------------------------|-----------------|---------|--------------------|-------|--|---------------------|
| Kurz-<br>zeichen   | Nummer | Element                             | Cu <sup>a</sup> | Bi      | O                  | Pb    | sonstige Elemente<br>(siehe ANMERKUNG) |                     |
|  |        |                                     |                 |         |                    |       | insgesamt                              | aus-<br>geschlossen |
| Cu-ETP   | CW004A | min.                                | 99,90           | —       | —                  | —     | —                                      | Ag, O               |
|  |        | max.                                | —               | 0,000 5 | 0,040 <sup>b</sup> | 0,005 | 0,03                                   |                     |
| Cu-FRHC  | CW005A | min.                                | 99,90           | —       | —                  | —     | —                                      | Ag, O               |
|  |        | max.                                | —               | —       | 0,040 <sup>b</sup> | —     | 0,06 <sup>d</sup>                      |                     |
| Cu-OF  | CW008A | min.                                | 99,95           | —       | —                  | —     | —                                      | Ag                  |
|  |        | max.                                | —               | 0,000 5 | — <sup>c</sup>     | 0,005 | 0,03                                   |                     |
| ANMERKUNG Die Summe von sonstigen Elementen (außer Kupfer) ist definiert als die Summe von Ag, As, Bi, Cd, Co, Cr, Fe, Mn, Ni, O, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Te und Zn, wobei die einzeln angegebenen Elemente ausgeschlossen sind. |        |                                     |                 |         |                    |       |  |                     |
| <sup>a</sup> Einschließlich Silber, bis max. 0,015 %.  |        |                                     |                 |         |                    |       |  |                     |
| <sup>b</sup> Es ist ein Sauerstoffgehalt bis zu 0,060 % zulässig, wenn dies zwischen Käufer und Lieferer vereinbart wurde.   |        |                                     |                 |         |                    |       |  |                     |
| <sup>c</sup> Der Sauerstoffgehalt muss so eingestellt sein, dass der Werkstoff mit den Anforderungen nach EN 1976 zur Wasserstoffbeständigkeit übereinstimmt.  |        |                                     |                 |         |                    |       |  |                     |
| <sup>d</sup> Ein größerer Gesamtgehalt an Verunreinigungen ist zulässig, wenn zwischen Käufer und Lieferer vereinbart.   |        |                                     |                 |         |                    |       |  |                     |



Tabelle 3 — Mechanische Eigenschaften von nicht verzinnem Draht

| Bezeichnungen                                   |  | Zustand <sup>a</sup>     |                           | Durchmesser<br>(Nennmaß) |      | Zugfestigkeit<br>$R_m$ | Bruchdehnung <sup>b</sup><br>$A_t$ oder $A_{200\text{ mm}}$ |                      |
|---|--|--------------------------|---------------------------|--------------------------|------|------------------------|---|----------------------|
| Kurzzeichen                                     | Nummer   | ein-<br>adriger<br>Draht | mehr-<br>adriger<br>Draht | mm                       |      | N/mm <sup>2</sup>      | einadriger<br>Draht   | mehradriger<br>Draht |
|   |  |                          |                           | über                     | bis  |                        | %   | %                    |
|   |  |                          |                           |                          |      | min.                   | min.  | min.                 |
| Cu-ETP1<br>Cu-ETP<br>Cu-FRHC<br>Cu-OF1<br>Cu-OF | CW003A<br>CW004A<br>CW005A<br>CW007A<br>CW008A | A010                     | A008                      | 0,04 <sup>c</sup>        | 0,08 | (200)                  | 10 <sup>b</sup>   | 8 <sup>b</sup>       |
|   |  | A015                     | A013                      | 0,08                     | 0,16 | (200)                  | 15 <sup>b</sup>   | 13 <sup>b</sup>      |
|   |  | A021                     | A019                      | 0,16                     | 0,32 | (200)                  | 21 <sup>b</sup>   | 19 <sup>b</sup>      |
|   |  | A022                     | A020                      | 0,32                     | 0,50 | (200)                  | 22  | 20                   |
|   |  | A024                     | A022                      | 0,50                     | 1,00 | (200)                  | 24  | 22                   |
|   |  | A026                     | A024                      | 1,00                     | 1,50 | (200)                  | 26  | 24                   |
|   |  | A028                     | A026                      | 1,50                     | 3,00 | (200)                  | 28  | 26                   |
|   |  | A033                     | —                         | 3,00                     | 5,00 | (200)                  | 33  | —                    |
|   |  | R460                     | —                         | 0,16                     | 1,12 | 460                    | —   | —                    |
|   |  | R440                     | —                         | 1,12                     | 1,50 | 440                    | —   | —                    |
|   |  | R430                     | —                         | 1,50                     | 2,00 | 430                    | —   | —                    |
|   |  | R420                     | —                         | 2,00                     | 2,40 | 420                    | —   | —                    |
|   |  | R400                     | —                         | 2,40                     | 3,00 | 400                    | —   | —                    |
|   |  | R390                     | —                         | 3,00                     | 3,55 | 390                    | —   | —                    |
|   |  | R380                     | —                         | 3,55                     | 4,00 | 380                    | —   | —                    |
|   |  | R370                     | —                         | 4,00                     | 4,50 | 370                    | —   | —                    |
|   |  | R360                     | —                         | 4,50                     | 5,00 | 360                    | —   | —                    |

ANMERKUNG 1 1 N/mm<sup>2</sup> entspricht 1 MPa.

ANMERKUNG 2 Die Zahlen in Klammern sind keine Anforderungen dieser Norm, sondern sie sind nur zur Information angegeben.

<sup>a</sup> Zustand bezeichnet mit A... entspricht dem Ausdruck „geglüht“ und bezeichnet mit R... dem Ausdruck „hart gezogen“.

<sup>b</sup> Die aufgeführten Werte für die Bruchdehnungen beziehen sich auf Messlängen nach EN ISO 6892-1:

–  $A_t$  = Gesamtdehnung (plastische Dehnung und elastische Dehnung) der Messlänge zum Zeitpunkt des Bruches, ausgedrückt in Prozent, bezogen auf die Anfangsmesslänge  $L_0$ , dabei ist  $L_0 = 11,3 \times \sqrt{S_0}$  der Proportionalprobe für Drähte mit einem Durchmesser gleich oder größer als 1 mm;

–  $A_{200\text{ mm}}$  = bleibende Dehnung der Messlänge nach dem Bruch, ausgedrückt in Prozent, bezogen auf die Anfangsmesslänge  $L_0$ , dabei ist  $L_0 = 200\text{ mm}$  einer nicht proportionalen Probe.

<sup>c</sup> Einschließlich 0,04 mm.

Tabelle 4 — Mechanische Eigenschaften von verzinnem Draht

| Bezeichnungen   |  |                      |                      | Durchmesser<br>(Nennmaß) |      | Zugfestig-<br>keit<br>$R_m$<br><br>N/mm <sup>2</sup> | Bruchdehnung <sup>b</sup><br>$A_t$ oder $A_{200\text{ mm}}$ |                               |
|---|--|----------------------|----------------------|--------------------------|------|--|---|-------------------------------|
| Werkstoff   |  | Zustand <sup>a</sup> |                      | mm                       |      |  | einadriger<br>Draht<br><br>%                                | mehradriger<br>Draht<br><br>% |
| Kurzzeichen   | Nummer   | einadriger<br>Draht  | mehradriger<br>Draht | über                     | bis  | min.   | min.  | min.                          |
| Cu-ETP1<br>Cu-ETP<br>Cu-FRHC<br>Cu-OF1<br>Cu-OF   | CW003A<br>CW004A<br>CW005A<br>CW007A<br>CW008A | A007                 | A005                 | 0,04 <sup>c</sup>        | 0,08 | (200)  | 7 <sup>b</sup>  | 5 <sup>b</sup>                |
|   |  | A013                 | A011                 | 0,08                     | 0,16 | (200)  | 13 <sup>b</sup>   | 11 <sup>b</sup>               |
|   |  | A019                 | A017                 | 0,16                     | 0,32 | (200)  | 19 <sup>b</sup>   | 17 <sup>b</sup>               |
|   |  | A020                 | A018                 | 0,32                     | 0,50 | (200)  | 20  | 18                            |
|   |  | A022                 | A020                 | 0,50                     | 1,00 | (200)  | 22  | 20                            |
|   |  | A024                 | A022                 | 1,00                     | 1,50 | (200)  | 24  | 22                            |
|   |  | A026                 | —                    | 1,50                     | 3,00 | (200)  | 26  | —                             |
|   |  | A031                 | —                    | 3,00                     | 5,00 | (200)  | 31  | —                             |
|   |  | R460                 | —                    | 0,16                     | 1,12 | 460  | —   | —                             |
|   |  | R440                 | —                    | 1,12                     | 1,50 | 440  | —   | —                             |
|   |  | R430                 | —                    | 1,50                     | 2,00 | 430  | —   | —                             |
|   |  | R420                 | —                    | 2,00                     | 2,40 | 420  | —   | —                             |
|   |  | R400                 | —                    | 2,40                     | 3,00 | 400  | —   | —                             |
|   |  | R390                 | —                    | 3,00                     | 3,55 | 390  | —   | —                             |
|   |  | R380                 | —                    | 3,55                     | 4,00 | 380  | —   | —                             |
|   |  | R370                 | —                    | 4,00                     | 4,50 | 370  | —   | —                             |
|   |  | R360                 | —                    | 4,50                     | 5,00 | 360  | —   | —                             |
| ANMERKUNG 1 1 N/mm <sup>2</sup> entspricht 1 MPa.   |  |                      |                      |                          |      |  |   |                               |
| ANMERKUNG 2 Die Zahlen in Klammern sind keine Anforderungen dieser Norm, sondern sie sind nur zur Information angegeben.  |  |                      |                      |                          |      |  |   |                               |
| <sup>a</sup> Zustand bezeichnet mit A... entspricht dem Ausdruck „geglüht“ und bezeichnet mit R... dem Ausdruck „hart gezogen“.   |  |                      |                      |                          |      |  |   |                               |
| <sup>b</sup> Die aufgeführten Werte für die Bruchdehnungen beziehen sich auf Messlängen nach EN ISO 6892-1:<br>– $A_t$ = Gesamtdehnung (plastische Dehnung und elastische Dehnung) der Messlänge zum Zeitpunkt des Bruches, ausgedrückt in Prozent, bezogen auf die Anfangsmesslänge $L_0$ , dabei ist $L_0 = 11,3 \times \sqrt{S_0}$ der Proportionalprobe für Drähte mit einem Durchmesser gleich oder größer als 1 mm;<br>– $A_{200\text{ mm}}$ = bleibende Dehnung der Messlänge nach dem Bruch, ausgedrückt in Prozent, bezogen auf die Anfangsmesslänge $L_0$ , dabei ist $L_0 = 200\text{ mm}$ einer nicht proportionalen Probe. |  |                      |                      |                          |      |  |   |                               |
| <sup>c</sup> Einschließlich 0,04 mm.  |  |                      |                      |                          |      |  |   |                               |

Tabelle 5 — Elektrische Eigenschaften (bei 20 °C)

| Werkstoffbezeichnung                            |  | Durchmesser<br>(Nennmaß)         |      | Werkstoffzustand    | Spezifischer                                 |   | Leitfähigkeit |                     |
|---|--|----------------------------------|------|---------------------|--|---|---------------|---------------------|
|   |  |                                  |      |                     | Volumen-<br>widerstand <sup>a</sup>          | Massen-<br>widerstand <sup>a</sup>          |               |                     |
| Kurzzeichen                                     | Nummer   | mm                               |      |                     | $\frac{\Omega \times \text{mm}^2}{\text{m}}$ | $\frac{\Omega \times \text{g}}{\text{m}^2}$ | MS/m          | % IACS <sup>b</sup> |
|   |  | über                             | bis  |                     | max.   | max.  |               |                     |
| Cu-ETP1<br>Cu-ETP<br>Cu-FRHC<br>Cu-OF1<br>Cu-OF | CW003A<br>CW004A<br>CW005A<br>CW007A<br>CW008A | nicht verzinnter Draht P         |      |                     |  |   |               |                     |
|   |  | 0,04 <sup>c</sup>                | 0,08 | A... (geglüht)      | 0,017 24                                     | 0,153 3                                     | 58,0          | 100,0               |
|   |  |                                  |      | R... (hart gezogen) | —  | —   | —             | —                   |
|   |  | 0,08                             | 0,16 | A... (geglüht)      | 0,017 24                                     | 0,153 3                                     | 58,0          | 100,0               |
|   |  |                                  |      | R... (hart gezogen) | —  | —   | —             | —                   |
|   |  | 0,16                             | 0,32 | A... (geglüht)      | 0,017 24                                     | 0,153 3                                     | 58,0          | 100,0               |
|   |  |                                  |      | R... (hart gezogen) | 0,018 45                                     | 0,164 0                                     | 54,2          | 93,4                |
|   |  | 0,32                             | 1,50 | A... (geglüht)      | 0,017 24                                     | 0,153 3                                     | 58,0          | 100,0               |
|   |  |                                  |      | R... (hart gezogen) | 0,017 93                                     | 0,159 4                                     | 55,8          | 96,2                |
|   |  | 1,50                             | 5,00 | A... (geglüht)      | 0,017 24                                     | 0,153 3                                     | 58,0          | 100,0               |
|   |  |                                  |      | R... (hart gezogen) | 0,017 76                                     | 0,157 9                                     | 56,3          | 97,1                |
|   |  | verzinnter Draht, Sorten A und C |      |                     |  |   |               |                     |
|   |  | 0,04                             | 0,08 | A... (geglüht)      | 0,018 62                                     | 0,165 5                                     | 53,7          | 92,6                |
|   |  |                                  |      | R... (hart gezogen) | —  | —   | —             | —                   |
|   |  | 0,08                             | 0,16 | A... (geglüht)      | 0,017 93                                     | 0,159 4                                     | 55,8          | 96,2                |
|   |  |                                  |      | R... (hart gezogen) | —  | —   | —             | —                   |
|   |  | 0,16                             | 0,32 | A... (geglüht)      | 0,017 59                                     | 0,156 4                                     | 56,9          | 98,0                |
|   |  |                                  |      | R... (hart gezogen) | 0,018 82                                     | 0,167 3                                     | 53,1          | 91,6                |
|   |  | 0,32                             | 1,50 | A... (geglüht)      | 0,017 41                                     | 0,154 8                                     | 57,4          | 99,0                |
|   |  |                                  |      | R... (hart gezogen) | 0,018 11                                     | 0,161 0                                     | 55,2          | 95,2                |
|   |  | 1,50                             | 5,00 | A... (geglüht)      | 0,017 41                                     | 0,154 8                                     | 57,4          | 99,0                |
|   |  |                                  |      | R... (hart gezogen) | 0,017 93                                     | 0,159 4                                     | 55,8          | 96,2                |
|   |  | verzinnter Draht, Sorte B        |      |                     |  |   |               |                     |
|   |  | 0,04                             | 0,08 | A... (geglüht)      | 0,019 31                                     | 0,171 7                                     | 51,8          | 89,3                |
|   |  |                                  |      | R... (hart gezogen) | —  | —   | —             | —                   |
|   |  | 0,08                             | 0,16 | A... (geglüht)      | 0,018 27                                     | 0,162 4                                     | 54,7          | 94,4                |
|   |  |                                  |      | R... (hart gezogen) | —  | —   | —             | —                   |
|   |  | 0,16                             | 0,32 | A... (geglüht)      | 0,017 76                                     | 0,157 9                                     | 56,3          | 97,1                |
|   |  |                                  |      | R... (hart gezogen) | 0,019 01                                     | 0,169 0                                     | 52,6          | 90,7                |
|   |  | 0,32                             | 1,50 | A... (geglüht)      | 0,017 59                                     | 0,156 4                                     | 56,9          | 98,0                |
|   |  |                                  |      | R... (hart gezogen) | 0,018 29                                     | 0,162 6                                     | 54,7          | 94,3                |
|   |  | 1,50                             | 5,00 | A... (geglüht)      | 0,017 41                                     | 0,154 8                                     | 57,4          | 99,0                |
| R... (hart gezogen)                             | 0,017 93                                       |                                  |      | 0,159 4             | 55,8   | 96,2  |               |                     |

ANMERKUNG 1 Die %-IACS-Werte wurden als prozentuale Anteile vom Standard-Wert für geglühtes hochleitfähiges Kupfer, wie von der Internationalen Elektrotechnischen Kommission niedergelegt, berechnet. Kupfer mit einem spezifischen Volumenwiderstand von 0,017 24  $\mu\Omega \times \text{m}$  bei 20 °C entspricht nach Definition einer Leitfähigkeit von 100 %.

ANMERKUNG 2 1 MS/m entspricht 1 m/( $\Omega \times \text{mm}^2$ ).

<sup>a</sup> Berechnet mit einer Dichte von Kupfer von 8,89 g/cm<sup>3</sup>.

<sup>b</sup> IACS: International Annealed Copper Standard.

<sup>c</sup> Einschließlich 0,04 mm.

**Tabelle 6 — Grenzabmaße für den Durchmesser**

| Durchmesser<br>(Nennmaß)<br>mm |      | Grenzabmaße für den<br>mittleren Durchmesser | Unrundheit<br>max. |
|--------------------------------|------|--|--------------------|
| über                           | bis  |  |                    |
| —                              | 0,08 | $\pm 0,002$ mm                               | 0,004 mm           |
| 0,08                           | 0,25 | $\pm 0,003$ mm                               | 0,006 mm           |
| 0,25                           | 0,4  | $\pm 0,004$ mm                               | 0,008 mm           |
| 0,4                            | 5,0  | $\pm 1$ %                                    | 2 %                |

**Tabelle 7 — Anforderungen an die Überzüge**

| Sorte  | Dicke des unlegierten Überzuges<br><br>μm<br>min. | Gleichmäßigkeit<br>des Überzuges auf der<br>Kupferdrahtoberfläche<br><br>g/m <sup>2</sup><br>max. | Haftung des<br>Überzuges |
|--|---|---|--------------------------|
| A  | 0,3   | 1,0   | kein Anriss              |
| B  | 0,6   |   |                          |
| C  | nicht festgelegt <sup>a</sup>                     |   |                          |
| <sup>a</sup> Die Dicke des unlegierten Überzuges muss dem Lieferer überlassen bleiben. |   |   |                          |

**Tabelle 8 — Anzahl der Biegungen am geglähten Draht**

| Durchmesser $d$<br>(Nennmaß)<br>mm |     | Anzahl der Biegungen | Radius des Dorns<br>mm |
|------------------------------------|-----|----------------------|------------------------|
| über                               | bis |                      |                        |
| 0,5 <sup>a</sup>                   | 1,0 | 20                   | 3                      |
| 1,0                                | 1,5 | 12                   | 3                      |
| 1,5                                | 2,5 | 6                    | 3                      |
| 2,5                                | 5,0 | 6                    | 10                     |
| <sup>a</sup> Einschließlich 0,5.   |     |                      |                        |

**Tabelle 9 — Anzahl der Biegungen am hart gezogenen Draht**

| Durchmesser $d$<br>(Nennmaß)<br>mm |     | Anzahl der Biegungen | Radius des Dorns<br>mm |
|------------------------------------|-----|----------------------|------------------------|
| über                               | bis |                      |                        |
| 1,0 <sup>a</sup>                   | 1,5 | 14                   | 6                      |
| 1,5                                | 2,5 | 6                    | 6                      |
| 2,5                                | 5,0 | 4                    | 10                     |
| <sup>a</sup> Einschließlich 1,0.   |     |                      |                        |

## **Anhang A** (informativ)

### **Eigenschaften von Kupfersorten für die Elektrotechnik**

#### **A.1 Allgemeine Einteilung von Kupfersorten**

Die Eigenschaften von Kupfersorten hängen zu einem beträchtlichen Teil von der Anwesenheit oder Abwesenheit bestimmter Elemente ab, besonders von Sauerstoff, Phosphor und Silber.

Die verschiedenen Kupfersorten sind in vier Arten unterteilt:

- zähgepolte Kupfersorten (d. h. sauerstoffhaltige Kupfersorten);
- sauerstofffreie Kupfersorten;
- desoxidierte Kupfersorten;
- silberhaltige Kupfersorten.

**ANMERKUNG** Die Einteilung von Kupfersorten in „nicht raffiniertes Kupfer“ oder „raffiniertes Kupfer“ und spezifische Begriffe für die Unterteilung dieser Klassen sind in ISO 197-1 enthalten.

#### **A.2 Allgemeine Eigenschaften**

Im Allgemeinen sind alle Kupfersorten hervorragend umformbar und lötbar. Die elektrische Leitfähigkeit und die Schweißbarkeit ändern sich in Abhängigkeit von der Reinheit der Kupfersorten.

#### **A.3 Besondere Eigenschaften**

In Tabelle A.1 sind die besonderen Eigenschaften von Kupfersorten für die Elektrotechnik angegeben. Die Tabelle gibt auch die Werkstoffbezeichnungen, das heißt Kurzzeichen und Nummer der Kupfersorten zu der jeweiligen Art an.

**ANMERKUNG** Diese Norm legt nicht notwendigerweise alle Kupfersorten fest, die in Tabelle A.1 enthalten sind.

**Tabelle A.1 — Besondere Eigenschaften von Kupfersorten für die Elektrotechnik**

| Kupferart  | Eigenschaften   | Werkstoffbezeichnung   |   |
|--|---|--|---|
|  |   | Kurzzeichen  | Nummer  |
| Zähgepolte Kupfersorten (sauerstoffhaltige Kupfersorten) | <p>Kupfersorten dieser Art werden mit einer bestimmten Menge von Sauerstoff hergestellt. Sie haben eine hohe elektrische Leitfähigkeit.</p> <p>Um Wasserstoffversprödung zu vermeiden, sind in wasserstoffhaltigen Atmosphären für diese Kupfersorten bei Wärmebehandlungen und beim Schweißen oder Hartlöten besondere Vorkehrungen notwendig.</p>   | <p>Cu-ETP1<br/>Cu-ETP<br/>Cu-FRHC</p>  | <p>CW003A<br/>CW004A<br/>CW005A</p>   |
| Sauerstofffreie Kupfersorten                             | <p>Kupfersorten dieser Art werden in sauerstofffreier Umgebung ohne die Verwendung von Desoxidationsmitteln hergestellt. Sie haben eine hohe elektrische Leitfähigkeit.</p> <p>Diese Kupfersorten dürfen ohne besondere Vorkehrungen wärmebehandelt, geschweißt oder hartgelötet werden. Vorkehrungen zur Vermeidung von Wasserstoffversprödung sind nicht notwendig.</p>   | <p>Cu-OF1<br/>Cu-OF<br/>Cu-OFE</p>   | <p>CW007A<br/>CW008A<br/>CW009A</p>   |
| Desoxidierte Kupfersorten                                | <p>Kupfersorten dieser Art werden mit Zusätzen von bestimmten Mengen von Desoxidationsmitteln, vorzugsweise Phosphor, hergestellt und sie enthalten eine bestimmte niedrige Menge an Resten von Desoxidationsmitteln. Diese Kupfersorten haben eine hohe elektrische Leitfähigkeit.</p> <p>Diese Kupfersorten dürfen ohne besondere Vorkehrungen wärmebehandelt, geschweißt oder hartgelötet werden. Vorkehrungen zur Vermeidung von Wasserstoffversprödung sind nicht notwendig.</p> | <p>Cu-PHC<br/>Cu-HCP<br/>Cu-PHCE</p>   | <p>CW020A<br/>CW021A<br/>CW022A</p>   |
| Silberhaltige Kupfersorten                               | <p>Zähgepolte Kupfersorten, sauerstofffreie Kupfersorten und desoxidierte Kupfersorten können mit Zusätzen von Silber bis zu 0,12 % (Massenanteil) hergestellt werden.</p> <p>Durch den Zusatz von Silber wird die Erweichungstemperatur erhöht, ohne dass die elektrische Leitfähigkeit dabei wesentlich beeinflusst wird.</p>   | <p>CuAg0,04<br/>CuAg0,07<br/>CuAg0,10<br/>CuAg0,04P<br/>CuAg0,07P<br/>CuAg0,10P<br/>CuAg0,04(OF)<br/>CuAg0,07(OF)<br/>CuAg0,10(OF)</p> | <p>CW011A<br/>CW012A<br/>CW013A<br/>CW014A<br/>CW015A<br/>CW016A<br/>CW017A<br/>CW018A<br/>CW019A</p> |

## Literaturhinweise

- [1] EN 1173, *Kupfer und Kupferlegierungen — Zustandsbezeichnungen*
- [2] EN 1412, *Kupfer und Kupferlegierungen — Europäisches Werkstoffnummernsystem*
- [3] EN 12163:2011, *Kupfer und Kupferlegierungen — Stangen zur allgemeinen Verwendung*
- [4] EN 12166:2011, *Kupfer und Kupferlegierungen — Drähte zur allgemeinen Verwendung*
- [5] EN 50149, *Bahnanwendungen — Ortsfeste Anlagen — Elektrischer Zugbetrieb — Rillenfahrdrähte aus Kupfer und Kupferleitung*
- [6] EN ISO 9001, *Qualitätsmanagementsysteme — Anforderungen (ISO 9001)*
- [7] ISO 197-1, *Copper and copper alloys — Terms and definitions — Part 1: Materials*
- [8] ISO 197-3, *Copper and copper alloys — Terms and definitions — Part 3: Wrought products*
- [9] ISO 1190-1, *Copper and copper alloys — Code of designation — Part 1: Designation of materials*
- [10] ISO 80000-1:2009, *Quantities and units — Part 1: General*

