

DIN EN IEC 60352-2



ICS 31.220.10

Einsprüche bis 2023-04-24
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 60352-2:2014-04

Entwurf

**Lötfreie Verbindungen –
Teil 2: Crimpverbindungen –
Allgemeine Anforderungen, Prüfverfahren und Anwendungshinweise
(IEC 48B/2889/CD:2021);
Text Deutsch und Englisch**

Solderless connections –
Part 2: Crimped connections –
General requirements, test methods and practical guidance
(IEC 48B/2889/CD:2021);
Text in German and English

Connexions sans soudure –
Partie 2: Connexions serties –
Exigences générales, méthodes d'essai et guide pratique
(IEC 48B/2889/CD:2021);
Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-02-24 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Merianstraße 28, 63069 Offenbach am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 225 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 48B/2889/CD:2021-05 „Solderless connections – Part 2: Crimped connections – General requirements, test methods and practical guidance“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom IEC/SC 48B „Electrical connectors“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC . Das Dokument wurde den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf FprEN nur 6 Wochen beträgt, und dann 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 CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/K 651 „Steckverbinder“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnitsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

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

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60352-2:2014-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) der Teil über „Anwendungshinweise“ (vorher Abschnitt 6 bis Abschnitt 15) wurde in Anhang A (informativ) verschoben;
- b) mehrere Definitionen wurden hinzugefügt (Draht, Kabel, Crimpen, Pressverbindung/Crimpverbindung, Crimpkontakt, Anschlusspunkt/Pol/Klemme, Kabelschuh, vorisolierter Kabelschuh,

Anschluss, Verbindungsmaterial, Spleiß, Isolierungsunterstützung, Isolierungshalterung, vorisolierte Pressverbindung/Crimpverbindung, Crimpwerkzeug, Aufnahme, Positionierstück, Auslösesperre eines Crimpwerkzeugs, Crimp-Amboss, Crimp-Stempel, Crimphöhe, Crimp-Prüfloch, Drahtgrößenbereich des Kontaktes, Nennquerschnitt);

- c) im Abschnitt Verarbeitung wurde eine dreistufige Einteilung nach Endproduktstufe eingeführt, die auf dem erwarteten Zuverlässigkeitsniveau der Endanwendung beruht, für die die entsprechenden Crimpverbindungen geeignet sind. Die Einteilung entspricht in etwa der in IEC 61191-1:2018, 4.3, für gelötete elektrische und elektronische Baugruppen;
- d) zur besseren Verständlichkeit wurde der bisherige Unterabschnitt 4.5 „Crimpverbindungen“, jetzt neu nummeriert und umbenannt zu 5.5 „Voraussetzungen für Crimpverbindungen“, in mehrere Unterabschnitte der dritten Ebene mit entsprechenden Titeln aufgeteilt;
- e) zulässige Einzeldrahtbeschädigung wurde mit Verweisung auf die dreistufige Einteilung nach Endanwendung für die Herstellung von Proben eingeführt;
- f) der Querschnitt von Leitern für Prüfzwecke darf bei Drähten mit Nennquerschnitten größer 2,5 mm² der (handelsübliche) Nennquerschnitt statt des (tatsächlichen) geometrischen Querschnitts sein (siehe 5.4.3);
- g) in 5.4.5 wird nun die Konzentrität der Drahtisolierung berücksichtigt;
- h) der bisherige Abschnitt 5.2.1 „Allgemeine Untersuchungen“ wurde neu nummeriert und umbenannt zu 7.1 „Allgemeine Prüfung von Crimphülsen und Drähten“ (Prüfung von Teilen wie weiter unten benannt) und ein neuer Unterabschnitt 7.2 „Prüfung der Crimpmaße“ wurde hinzugefügt, der die Prüfung der Maße nach dem Crimpen behandelt und mehrere Unterabschnitte der dritten Ebene umfasst: 7.2.1 „Crimphöhe Ch, Crimpbreite Cw und messbare Crimpbreite Cwm“, 7.2.2 „Kontaktverformung nach dem Crimpen“, 7.2.3 „Sichtprüfung von Isolationsstrecke und Leiterüberstand“, 7.2.4 „Sichtprüfung von Spleiß-Crimpverbindungen“, 7.2.5 „Sichtprüfung von Crimpverbindungen an geschlossenen (gedrehten) Crimphülsen“, 7.2.6 „Sichtprüfung von Crimpverbindungen an offenen Crimphülsen (B-Crimp)“, 7.2.7 „Sichtprüfung von Crimpverbindungen mit offenen Crimphülsen mit Isolierungshalterung“;
- i) die Anforderungen an die Auszugskraft (Zugfestigkeit) zur Erfüllung der Sicherheitsanforderungen von Crimpverbindungen aus Ausgabe 2.1, Tabelle 1, wurden in 7.3.1 übernommen, hier neu nummeriert als Tabelle 5; interpolierte Werte für die am häufigsten verwendeten Querschnitte 0,34 mm² und 0,37 mm² wurden hinzugefügt. Verweisung auf IEC 61210, da die Quelle dieser Sicherheitswerte aufgrund teilweiser Ungenauigkeit gestrichen wurde. Optionale Festlegung höherer Anforderungen an die Auszugskraft, basierend auf der Einteilung nach Endprodukt entsprechend 5.1, die repräsentativer sind für die Werte, die auf Grundlage des Typs der Crimphülse, der Art des Crimpens sowie des Werkstoffs und des Oberflächenüberzugs von Hülse und Draht erreicht werden können, wurden in A.7.3 eingeführt;
- j) in 7.3.2 wurde eine Mikroschliffprüfung hinzugefügt (Anmerkung des Bearbeiters: Die Entscheidung, ob dies für bereits qualifizierte Konstruktionen, die sich aufgrund von Erfahrungen bewährt haben, optional oder verbindlich ist, steht noch aus);
- k) in 7.3.7 wurde eine Schwingungsprüfung (optional) hinzugefügt;
- l) in 7.4.3 wurde eine Prüfung der Strombelastbarkeit (optional) hinzugefügt;
- m) in 7.6.2 wurde eine Korrosionsprüfung mit strömendem Mischgas (optional) hinzugefügt;
- n) „Crimpen bei niedriger Temperatur“ (vorher 5.4.2.5) wurde in 7.5.6 fertiggestellt, indem das in Ausgabe 1, 11.4.5, bereits vorhandene Prüfverfahren neu eingetragen wurde (Anmerkung des Bearbeiters: Es wurde keine Einigung darüber erzielt, dies in die Normenreihe IEC 60512 zu verschieben);
- o) die Probentypen wurden erweitert: Eine neue Probe Typ A wurde hinzugefügt, Typ B ist der bisherige Typ A, Typ C ist der bisherige Typ B, Typ D ist der bisherige Typ C, Typ E ist der bisherige Typ D, geändert durch Hinzufügen von Referenzdrähten, Typ F ist der bisherige Typ E, und neue Probentypen G und H wurden für die Durchführung von Prüfungen an Spleißen hinzugefügt;
- p) die normativen Verweisungen und die Literaturhinweise wurden aktualisiert und nach Bedarf erweitert.

Inhalt

	Seite
Einleitung.....	12
1 Anwendungsbereich.....	13
2 Normative Verweisungen.....	13
3 Begriffe.....	14
4 Verarbeitung.....	19
5 Voraussetzungen für das Grund-Prüfprogramm.....	20
5.1 Einteilung nach Endproduktklassen.....	20
5.1.1 Klasse A – Elektrische und elektronische Produkte für den allgemeinen Gebrauch.....	20
5.1.2 Klasse B – Elektrische und elektronische Produkte für spezielle Anwendungen.....	20
5.1.3 Klasse C – Elektrische und elektronische Produkte für höchste Anforderungen.....	20
5.2 Voraussetzungen für Werkzeuge.....	20
5.3 Voraussetzungen für Crimphülsen.....	21
5.3.1 Werkstoffe der Crimphülsen.....	21
5.3.2 Maße der Crimphülsen.....	21
5.3.3 Oberflächenbehandlung der Crimphülsen.....	21
5.3.4 Gestaltungsmerkmale der Crimphülsen.....	22
5.4 Voraussetzungen für Drähte.....	22
5.4.1 Allgemeines.....	22
5.4.2 Leiterwerkstoffe.....	22
5.4.3 Maße der Leiter.....	22
5.4.4 Oberflächenüberzüge der Leiter.....	23
5.4.5 Drahtisolierung.....	23
5.4.6 Abisolieren von Drähten.....	23
5.5 Voraussetzungen für Crimpverbindungen.....	24
5.5.1 Kompatibilität der Kombination.....	24
5.5.2 Leiteranordnung.....	25
5.5.3 Lage der Crimpverbindung.....	25
5.5.4 Kontaktverformung.....	25
5.5.5 Voraussetzungen für Crimpverbindungen mit mehr als einem Leiter in der Crimphülse.....	25
5.5.6 Anpassung des Leiterquerschnitts an die Crimphülse.....	26
5.5.7 Crimpkontakte und Kabelschuhe.....	26
5.5.8 Crimphülsen für Spleiße.....	30
5.6 Voraussetzungen für Crimpverbindungen mit Spleißen.....	30
5.6.1 Leiteranforderungen bei gecrimpten Spleißen.....	31
6 Prüfungen.....	31
6.1 Allgemeines.....	31
6.2 Allgemeine Prüfbedingungen.....	31
6.3 Vorbehandlung.....	32

6.4	Nachbehandlung.....	32
6.5	Montage der Proben.....	32
7	Prüfverfahren und Prüfanforderungen.....	32
7.1	Allgemeine Prüfung von Crimphülsen und Drähten.....	32
7.2	Prüfung der Crimpmaße.....	33
7.2.1	Crimphöhe C_h , Crimpbreite C_w und messbare Crimpbreite C_{wm}	33
7.2.2	Kontaktverformung nach dem Crimpen.....	34
7.2.3	Sichtprüfung von Isolationsstrecke und Leiterüberstand.....	35
7.2.4	Sichtprüfung von Spleiß-Crimpverbindungen.....	35
7.2.5	Sichtprüfung von Crimpverbindungen an geschlossenen (gedrehten) Crimphülsen.....	36
7.2.6	Sichtprüfung von Crimpverbindungen an offenen Crimphülsen (B-Crimp).....	36
7.2.7	Sichtprüfung von Crimpverbindungen mit offenen Crimphülsen mit Isolierungshalterung.....	36
7.3	Mechanische Prüfungen.....	38
7.3.1	Zugfestigkeit.....	38
7.3.2	Mikroschliff.....	39
7.3.3	Isolierungshalterung.....	40
7.3.4	Biegeprüfung (nichtisolierte Crimphülsen mit Isolierhalterung).....	41
7.3.5	Biegeprüfung (vorisolierte Crimphülsen mit Isolierhalterung).....	41
7.3.6	Biegeprüfung an Spleiß-Crimpverbindungen.....	42
7.3.7	Schwingprüfung.....	42
7.4	Elektrische Prüfungen.....	43
7.4.1	Durchgangswiderstand.....	43
7.4.2	Spannungsfestigkeit (Crimpverbindungen mit vorisolierten Crimphülsen).....	46
7.4.3	Prüfung der Strombelastbarkeit mit Temperaturerhöhung.....	46
7.5	Klimatische Prüfungen.....	48
7.5.1	Allgemeines.....	48
7.5.2	Rascher Temperaturwechsel.....	48
7.5.3	Trockene Wärme.....	48
7.5.4	Klimafolge.....	49
7.5.5	Strombelastung, zyklisch.....	49
7.5.6	Crimpen bei niedriger Temperatur (Crimpverbindungen mit vorisolierten Crimphülsen).....	51
7.6	Weitere Prüfungen.....	52
7.6.1	Widerstandsfähigkeit von vorisolierten Crimphülsen gegen Flüssigkeiten.....	52
7.6.2	Korrosionsprüfung mit strömendem Mischgas.....	52
8	Prüfprogramme.....	52
8.1	Allgemeines.....	52
8.1.1	Probe vom Typ A (für Prüfungen nach 8.2.2, ggf. 8.2.3.3, 8.3.2, ggf. 8.3.4).....	53
8.1.2	Probe vom Typ B (für Prüfungen nach 8.2.3.1 und 8.3.3.2).....	53
8.1.3	Probe vom Typ C (für die Prüfung der Isolierungshalterung, siehe 8.2.3.3 und 8.3.4).....	54

8.1.4	Probe vom Typ D (nur für die Prüfung von vorisolierten Crimphülsen, siehe 8.2.3.4, 8.3.9.2 und 8.3.9.3).....	54
8.1.5	Probe vom Typ E (für Prüfungen nach 8.2.3.2, 8.3.3.4, 8.3.3.5).....	55
8.1.6	Probe vom Typ F (nur für die Prüfung von vorisolierten Crimphülsen nach 8.3.9.4).....	55
8.1.7	Probe vom Typ G (für Prüfungen nach 8.2.3.2, 8.3.3.4, 8.3.3.5 und 8.3.6).....	56
8.1.8	Probe vom Typ H (für Prüfungen nach 8.2.2, 8.2.3.1, 8.2.3.3, 8.3.2, 8.3.3.2, 8.3.3.3 und 8.3.4).....	56
8.1.9	Anzahl der erforderlichen Proben.....	57
8.2	Grund-Prüfprogramm.....	58
8.2.1	Allgemeines.....	58
8.2.2	Anfangsprüfung.....	58
8.2.3	Prüfung von Crimpverbindungen.....	58
8.3	Gesamt-Prüfprogramm.....	60
8.3.1	Allgemeines.....	60
8.3.2	Anfangsprüfung.....	60
8.3.3	Prüfung von Crimpverbindungen.....	61
8.3.4	Prüfung der Isolierungshalterung (Prüfgruppe E).....	63
8.3.5	Prüfung der Stabilität von Spleiß-Crimpverbindungen beim Biegen.....	63
8.3.6	Prüfgruppe G, wenn erforderlich.....	63
8.3.7	Prüfgruppe H, wenn erforderlich.....	64
8.3.8	Prüfgruppe I, wenn erforderlich.....	64
8.3.9	Prüfung von Crimpverbindungen mit vorisolierten Crimphülsen.....	64
8.4	Flussdiagramme.....	65
	Anhang A (informativ) Anwendungshinweise.....	68
A.1	Allgemeine Informationen zu Crimpverbindungen.....	68
A.1.1	Allgemeines.....	68
A.1.2	Vorteile von Crimpverbindungen.....	68
A.1.3	Betrachtungen zur Strombelastbarkeit.....	68
A.2	Crimphülsen-Informationen.....	69
A.2.1	Allgemeines.....	69
A.2.2	Werkstoffe.....	70
A.2.3	Oberflächenüberzüge.....	71
A.2.4	Formen von Crimpverbindungen.....	71
A.3	Draht-Informationen.....	73
A.3.1	Allgemeines.....	73
A.3.2	Werkstoffe der Leiter.....	73
A.3.3	Oberflächenüberzüge der Leiter.....	74
A.3.4	Abisolier-Informationen.....	74
A.4	Crimpverbindungsinformationen.....	76
A.4.1	Allgemeines.....	76
A.4.2	Crimpverbindungen mit mehr als einem Draht in einer Crimphülse.....	83

A.4.3	Maße nach dem Crimpen.....	83
A.4.4	Auswahl der Werkstoffe und Oberflächenüberzüge für Leiter und Crimphülsen.....	84
A.5	Crimpverfahren.....	84
A.5.1	Crimpen von Kontakten mit offener Crimphülse.....	84
A.5.2	Crimpen von Kontakten mit offener Crimphülse, Einzelkontakte.....	84
A.5.3	Verarbeitungshinweise.....	84
A.6	Einwandfreie Crimpverbindungen (zusätzliche Informationen).....	85
A.6.1	Einwandfreie Crimpverbindung bei Kontakten mit offener Crimphülse.....	85
A.6.2	Messung der Crimphöhe bzw. -tiefe.....	86
A.6.3	Auszugskraft.....	87
A.7	Prüfung mittels Mikroschliff.....	94
A.7.1	Mikroschliffbild-Erstellung.....	94
A.7.2	Graphische Darstellung der Anforderungen an das Mikroschliffbild.....	94
A.7.3	Mikroschliffterminologie.....	95
A.7.4	Porositätsverhältnis von Crimpverbindungen in Mikroschliffen.....	96
A.7.5	Crimpverformungsverhältnis der Crimpverbindung im Mikroschliff.....	97
A.7.6	Verhältnis Crimphöhe zu Crimpbreite im Mikroschliff.....	98
A.7.7	Anforderungen an B-Crimpverbindungen im Mikroschliff.....	98
A.7.8	Zustand von Mikroschliffen.....	99
A.7.9	Isolierungshalterung.....	101
A.8	Fehler bei gecrimpten Kontakten mit offenen Crimphülsen.....	101
A.9	Spleiße.....	104
A.10	Prüfung des Durchgangswiderstands.....	104
A.11	Allgemeine Informationen für Crimpkontakte in mehrpoligen Steckverbindern.....	107
A.11.1	Einsetzen von gecrimpten Kontakten in die Kontaktkammern des Steckverbindereinsatzes.....	107
A.11.2	Lösen eingesetzter Kontakte.....	108
A.11.3	Montage und Biegen von Drahtbündeln und Kabeln mit gecrimpten Kontakten.....	108
A.11.4	Stecken und Trennen mehrpoliger Steckverbinder mit gecrimpten Kontakten.....	109
A.12	Schlussbemerkungen.....	109
	Literaturhinweise.....	110
Bilder		
	Bild 1 – Offene Crimphülse.....	17
	Bild 2 – Geschlossene Crimphülsen.....	18
	Bild 3 – Vorisolierte Crimphülse.....	18
	Bild 4 – Crimpbereiche.....	19
	Bild 5 – Konzentrizität der Drahtisolierung.....	23
	Bild 6 – Konzentrizitätsverhältnis der Drahtisolierung.....	23
	Bild 7 – Durchmesser Verhältnis beim Crimpen von Leitern mit unterschiedlichen Durchmessern.....	26
	Bild 8 – Beispiele für offene geprägte Crimpkontakte für die automatische Produktion.....	26

Bild 9 – Lose Kontakte mit vorgewalzten Flanken für Handcrimpzangen.....	26
Bild 10 – Geprägte offene B-Crimpkontakte mit Amboss und Stanzformen.....	27
Bild 11 – Bezeichnungen bei einem offenen B-Crimpkontakt.....	27
Bild 12 – Beispiele für Crimpbacken.....	27
Bild 13 – Geprägte geschlossene Crimphülse (Ringkabelschuh).....	28
Bild 14 – Verschiedene Crimpformen.....	28
Bild 15 – Beispiele für Crimpbacken für geschlossene Crimphülsen.....	28
Bild 16 – Rohrkabelschuhe für Leiter der Klasse 5.....	28
Bild 17 – Rohrkabelschuhe für Leiter der Klasse 6.....	29
Bild 18 – Crimpvorgang beim Vordorn-Crimpen mit einstellbaren Werkzeugen.....	29
Bild 19 – Vorisolierte geprägte geschlossene Crimphülse, Bereichsfestlegungen.....	29
Bild 20 – Vorisolierte geschlossene Crimphülse in verschiedenen Gestaltungen.....	30
Bild 21 – Beispiele für vorisolierte Kabelschuhe in Bandform.....	30
Bild 22 – Varianten nichtisolierter Spleiße.....	30
Bild 25 – Verhältnis der Leiterdurchmesser in Spleißen.....	31
Bild 24 – Messung der Crimphöhe an einer offenen Crimphülse (B-Crimp).....	33
Bild 25 – Messung der Crimphöhe an einer geschlossenen Crimphülse (Dorncrimpen).....	33
Bild 26 – Messung der Crimphöhe an einer geschlossenen Crimphülse (Vordorn-Crimpen).....	34
Bild 27 – Beispiel für Halte- und Messpunkte für die Kontaktverformung.....	35
Bild 28 – Isolationsstrecke und Leiterüberstand.....	35
Bild 29 – Beispiele für Crimpbackenformen für Isolierungshalterungen.....	37
Bild 30 – Beispiele für Isolierungshalterungen.....	37
Bild 31 – Biegeprüfung von Crimpverbindungen mit nichtisolierten Crimphülsen.....	41
Bild 32 – Biegeprüfung von Crimpverbindungen mit vorisolierten Crimphülsen.....	41
Bild 33 – Biegeprüfung an Spleiß-Crimpverbindungen.....	42
Bild 34 – Anordnung für die Schwingprüfung.....	43
Bild 35 – Prüfanordnung für die Messung des Durchgangswiderstands.....	43
Bild 36 – Gleichung für den Durchgangswiderstand einer Crimpverbindung.....	43
Bild 37 – Messung des Durchgangswiderstands von Spleiß-Crimpverbindungen.....	44
Bild 38 – Gleichung für den Durchgangswiderstand einer Spleiß-Crimpverbindung.....	44
Bild 39 – Durchgangswiderstand R_C von Crimpverbindungen mit Crimphülsen und Leitern aus Kupfer ($K = 1$).....	45
Bild 38 – Prüfaufbau für Messungen der Temperaturerhöhung unter Stromlast.....	47
Bild 90 – Gleichung für das Derating.....	47
Bild 39 – Temperaturkammer mit Belüftungsöffnung für Messungen der Strombelastbarkeit.....	48
Bild 40 – Beispiele für Prüfanordnungen.....	50
Bild 41 – Prüfstrom für Crimpverbindungen.....	51
Bild 42 – Beispiele für Proben vom Typ A.....	53
Bild 43 – Beispiele für Proben vom Typ B.....	54

Bild 44 – Beispiele für Proben vom Typ C.....	54
Bild 45 – Beispiel für eine Probe vom Typ D (vorisoliert).....	55
Bild 46 – Beispiel für eine Probe vom Typ E.....	55
Bild 47 – Beispiel für eine Probe vom Typ F.....	56
Bild 48 – Probe vom Typ G (Spleiß).....	56
Bild 49 – Probe vom Typ H (Spleiß).....	57
Bild 50 – Gesamt-Prüfplan (siehe 8.3).....	66
Bild 51 – Gesamt-Prüfplan (siehe 8.3).....	67
Bild A.1 – Offene Crimphülsen.....	70
Bild A.2 – Geschlossene Crimphülse.....	70
Bild A.3 – Crimpform in Längsachse des Drahts.....	71
Bild A.4 – Crimpform 90° zur Achse des Drahts.....	72
Bild A.5 – Crimpform ohne Isolierungshalterung.....	72
Bild A.6 – Crimpform mit vorisolierter Crimphülse.....	73
Bild A.7 – Crimpform ohne vorisierte Crimphülse.....	73
Bild A.8 – Abisolierlänge.....	74
Bild A.13 – Beispiele für einwandfreie Crimpverbindungen bei offenen Crimphülsen.....	77
Bild A.14 – Beispiele für einwandfreie Crimpverbindungen bei geschlossenen Crimphülsen.....	77
Bild A.15 – Beispiele für Crimpfehler bei offenen Crimphülsen mit Isolierungshalterung.....	78
Bild A.16 – Beispiele für Crimpfehler bei geschlossenen Crimphülsen ohne Isolierungshalterung.....	79
Bild A.17 – Crimpvorgang bei einer offenen Crimphülse (B-Crimp).....	85
Bild A.18 – Einwandfreie Crimpverbindung bei Kontakten mit offener Crimphülse.....	86
Bild A.19 – Messanweisungen.....	87
Bild A.20 – Messvorgang bei Messung der Crimphöhe.....	87
Bild A.21 – Auszugskraftprüfung bei Crimpverbindungen mit einer Ziehgeschwindigkeit von 50 mm/min....	88
Bild A.22 – Bestimmung der Eigenzugfestigkeit des Leiters (50 mm/min).....	90
Bild A.23 – Beziehungen zwischen Crimphöhe (C_h), Auszugskraft, Crimpkraft (Eindrucktiefe) und elektrischer Leitfähigkeit.....	92
Bild A.24 – Auszugskraftprüfung von Spleiß-Crimpverbindungen (50 mm/min).....	93
Bild A.25 – Visuelle Darstellung der Trennebene einer Crimphülse in der Mitte des Crimpbereichs (X).....	94
Bild A.26 – Schneiden der Crimpverbindung.....	94
Bild A.27 – Maße im Mikroschliff von Crimphülsen (B-Crimp).....	95
Bild A.28 – Maße im Mikroschliff von geschlossenen Rohrkabelschuhen und Ringkabelschuhen.....	95
Bild A.29 – Maße im Mikroschliff von geschlossenen Crimphülsen (Vierdorn-Crimp).....	96
Bild A.30 – Maße im Mikroschliff von hexagonalen Crimphülsen (Hex-Crimp).....	96
Bild A.31 – Maße im Mikroschliff von Crimphülsen (auch vorisoliert).....	96
Bild A.32 – Beispiele für Mikroschliffe von Crimphülsen.....	96
Bild A.33 – Gleichung zur Berechnung des Porositätsverhältnisses.....	97
Bild A.34 – Gleichung zur Berechnung des Crimpverformungsverhältnisses.....	97

Bild A.35 – Verhältnis Crimphöhe zu Crimpbreite.....	98
Bild A.36 – Verhältnis der Crimpkantenabstände.....	98
Bild A.37 – Stützwinkel der Crimpflanken.....	98
Bild A.38 – Stützhöhe der Crimpflanken.....	99
Bild A.39 – Crimpkantenabstand zum Boden (der kürzere Abstand wird ausgewertet).....	99
Bild A.40 – Sich ergebende Bodendicke nach dem Crimpen.....	99
Bild A.41 – Anforderungen an die Zulässigkeit einer Gratbildung.....	99
Bild A.42 – Beispiele für Isolierungshalterungen.....	101
Bild A.43 – Beispiele für Fehler bei gecrimpten Kontakten mit offenen Crimphülsen.....	102
Bild A.48 – Graphen der Widerstandswerte (A und B) für E-Cu-Leiter ($K = 1$) und Faktor $K = 3,8$	105
Bild A.49 – Gleichungen zur Berechnung des Anfangswerts für den Durchgangswiderstand (A), der maximalen Änderung des Durchgangswiderstands (B) und des Endwerts für den Durchgangswiderstand (R_C).....	105
Bild A.50 – Ersatzschaltbild zum Crimp-Durchgangswiderstand.....	105
Bild A.51 – Gleichung zur Berechnung des K -Faktors.....	106
Bild A.51 – Einsetzen gecrimpter Kontakte in die Kontaktkammern.....	108
Bild A.52 – Montage von Drahtbündeln/Kabeln mit gecrimpten Kontakten.....	108
Bild A.53 – Biegen von Drahtbündeln mit Steckverbindern.....	109
Bild A.54 – Stecken und Trennen von mehrpoligen Steckverbindern.....	109

Tabellen

Tabelle 1 – Zulässige Einzeldrahtbeschädigung ¹⁾ ²⁾ ³⁾	24
Tabelle 2 – Vergrößerungshilfsmittel für die Sichtprüfung.....	32
Tabelle 3 – Beispiel der zulässigen Grenzabweichungen bei Messungen der Crimphöhe.....	34
Tabelle 4 – Isolationsstrecke und Leiterüberstand an geschlossenen Crimphülsen.....	35
Tabelle 5 – Auszugskraft von Crimpverbindungen.....	38
Tabelle 6 – Schwingen, Vorzugsprüfschärfen.....	43
Tabelle 7 – Beispiele für andere Werkstoffe.....	46
Tabelle 8 – Drahtlänge L in Abhängigkeit des Leiterquerschnitts S	47
Tabelle 8 – Anzahl der Proben.....	57
Tabelle 9 – Prüfgruppe P0.....	58
Tabelle 10 – Prüfgruppe P1.....	59
Tabelle 11 – Prüfgruppe P2.....	59
Tabelle 12 – Prüfgruppe P3.....	59
Tabelle 13 – Prüfgruppe P4.....	60
Tabelle 14 – Prüfgruppe AP0.....	61
Tabelle 15 – Prüfgruppe A.....	61
Tabelle 16 – Prüfgruppe B.....	62
Tabelle 17 – Prüfgruppe C.....	62
Tabelle 18 – Prüfgruppe D.....	62

Tabelle 19 – Prüfgruppe E.....	63
Tabelle 20 – Prüfgruppe F.....	63
Tabelle 24 – Prüfgruppe G.....	63
Tabelle 24 – Prüfgruppe H.....	64
Tabelle 21 – Prüfgruppe I.....	64
Tabelle 21 – Prüfgruppe J.....	65
Tabelle 22 – Prüfgruppe K.....	65
Tabelle 23 – Prüfgruppe L.....	65
Tabelle A.1 – Abisolierung von Litzenleitern (Anforderungen gut bis ausreichend erfüllt).....	75
Tabelle A.2 – Abisolierung von Litzenleitern (Fehler oder Zustände nach Tabelle 1).....	75
Tabelle A.3 – Zustand geschlossener gedrehter Crimphülsen.....	79
Tabelle A.4 – Zustand offener Crimphülsen (B-Crimp).....	80
Tabelle A.5 – Mindestmaße und Grenzabweichungen für den Eingangstrichter im B-Crimp-Bereich.....	81
Tabelle A.6 – Zustand der Position der Drahtisolierung in der Isolierungshalterung.....	81
Tabelle A.7 – Zustand „Gut“ bei Isolierungshalterungen für B-Crimps und O-Crimps (asymmetrischer und symmetrischer Überstand und Umfassungscrimps).....	82
Tabelle A.8 – Zustand „PID“ bei Isolierungshalterungen für B-Crimps und O-Crimps (asymmetrischer und symmetrischer Überstand und Umfassungscrimps).....	82
Tabelle A.9 – Zustand „Fehler“ bei Isolierungshalterungen für B-Crimps und O-Crimps (asymmetrischer und symmetrischer Überstand und Umfassungscrimps).....	83
Tabelle A.10 – Auszugskraftwerte für E-Cu-Leiter mit Zugfestigkeit von 200 N/mm ² (z. B. nach EN 13602). ..	89
Tabelle A.11 – Beispiele für Zugfestigkeitswerte (Bruch) handelsüblicher europäischer Litzenleiter.....	90
Tabelle A.12 – Beispiele für Auszugskraftwerte (Bruch) handelsüblicher amerikanischer Litzenleiter.....	90
Tabelle A.13 – Bestimmung der Mindestauszugskräfte in Bezug auf den entsprechenden Querschnitt und die Eigenzugfestigkeit des Leiters.....	91
Tabelle A.14 – Auszugskraftwerte von Stoßspleiß-Crimpverbindungen.....	93
Tabelle A.15 – Werte für die Stützhöhe.....	99
Tabelle A.16 – Zustand von Mikroschliffen.....	99
Tabelle A.17 – Eigenschaften von Spleiß-Crimphülsen.....	104
Tabelle A.18 – Durchgangswiderstand (Anfangswerte) für $K = 1$ (E-Cu).....	106
Tabelle A.19 – Durchgangswiderstand (nach der Belastung) für $K = 1$ (E-Cu).....	106
Tabelle A.20 – Durchgangswiderstand (Anfangswerte) für $K =$ etwa 3,8 (Nickel-Messing, blank).....	106
Tabelle A.21 – Durchgangswiderstand (nach der Belastung) für $K =$ etwa 3,8 (Nickel-Messing, blank).....	106
Tabelle A.22 – Durchgangswiderstand (Anfangswerte) für $K = 6,4$ (verzinnte Bronze).....	106
Tabelle A.23 – Durchgangswiderstand (nach der Belastung) für $K = 6,4$ (verzinnte Bronze).....	107

Einleitung

IEC 60352-2 enthält Anforderungen und relevante Prüfungen (normativ) sowie Anwendungshinweise in Anhang A (informativ) für Crimpverbindungen.

Zwei Prüfpläne sind vorgesehen:

- das Grund-Prüfprogramm für lötfreie Crimpverbindungen, die alle Voraussetzungen von Abschnitt 5 erfüllen. Es beruht auf Erfahrungen aus erfolgreichen Anwendungen solcher Verbindungen;
- das Gesamt-Prüfprogramm für lötfreie Crimpverbindungen, die nicht alle Voraussetzungen von Abschnitt 5 vollständig erfüllen, zum Beispiel solche Verbindungen, die mit Massivleitern, unterschiedlichen Werkstoffen oder Oberflächenbehandlungen hergestellt sind, die nicht in Abschnitt 4 aufgeführt sind.

Diese Verfahrensweise gestattet einen zeit- und kostensparenden Funktionsnachweis mit Hilfe eines begrenzten Grund-Prüfprogramms für eingeführte Crimpverbindungen und eines erweiterten Gesamt-Prüfprogramms für Verbindungen, die eine umfassendere Funktionsprüfung erfordern.

Eine Eignung der Crimpverbindung ist dann gegeben, wenn die festgelegten Anforderungen und Prüfungen für alle Faktoren gelten, die bei der Herstellung von geeigneten Crimpverbindungen verwendet werden, d. h.

- die Crimphülse, die Teil eines Crimpkontakts oder Kabelschuhs sein darf, wobei der Kontakt in einem einpoligen oder mehrpoligen Steckverbinder vorgesehen ist;
- der Draht (bzw. Drahtgrößenbereich), für den der Anschluss geeignet ist;
- die Werkzeuge, die erforderlich sind, um diesen Typ lötfreier Verbindung herzustellen.

Die Anwendungshinweise (informativer Anhang A) dienen als Leitfaden für die notwendige Verarbeitung. Es wird darauf hingewiesen, dass einige Branchen (z. B. Automobil-, Raumfahrt-, Nuklear- und Rüstungsindustrie) unter Umständen über spezifische Verarbeitungsnormen und/oder Qualitätsanforderungen verfügen, die nicht im Anwendungsbereich dieses Dokuments liegen.

IEC-Leitfaden 109 befürwortet die Notwendigkeit, die Belastung der Umwelt, die von einem Produkt während seiner Lebenszyklusphasen ausgeht, zu minimieren.

Es ist davon auszugehen, dass einige der nach dieser Norm zugelassenen Materialien sowie Herstellungs- und Montageverfahren negative Auswirkungen auf die Umwelt haben könnten.

Falls technologische Weiterentwicklungen zu annehmbaren Alternativen für diese Materialien führen, werden diese aus der Norm ausgeschlossen.

Lötfreie Verbindungen – Teil 2: Crimpverbindungen – Allgemeine Anforderungen, Prüfverfahren und Anwendungshinweise

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60352 ist anwendbar für Crimpverbindungen, die mit Folgenden hergestellt sind:

- entsprechend ausgelegten nichtisolierten oder vorisolierten Crimphülsen und
- Litzenleiter mit einem Querschnitt von 0,05 mm² bis 10 mm² oder
- Massivdrähte mit einem Durchmesser von 0,25 mm bis 3,6 mm

zur Verwendung in Elektro- und Elektronikgeräten.

Neben den Prüfverfahren sind Angaben über die Werkstoffe und Daten aus der industriellen Erfahrung enthalten, damit elektrisch stabile Verbindungen unter vorgeschriebenen Umweltbedingungen hergestellt werden können.

ANMERKUNG Dieser Teil von IEC 60352 ist nicht für das Crimpen von Koaxialkabeln vorgesehen.

Zweck dieses Teils von IEC 60352 ist die Bestimmung der Eignung der oben beschriebenen lötfreien Crimpverbindungen unter festgelegten mechanischen, elektrischen und klimatischen Bedingungen sowie die Bereitstellung von Mitteln zum Vergleich der Prüfergebnisse für den Fall, dass zum Herstellen der Verbindungen Werkzeuge von unterschiedlicher Konstruktion und Herstellung verwendet werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60050-581:2008, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 581: Electromechanical components for electronic equipment*

IEC 60068-1:2013, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-6:2007, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-30:2005, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*

IEC 60068-2-60:2015, *Environmental testing – Part 2-60: Tests – Test Ke: Flowing mixed gas corrosion test*

IEC 60512-1:2018, *Connectors for electrical and electronic equipment – Tests and measurements – Part 1: Generic specification*

IEC 60512-1-100, *Connectors for electrical and electronic equipment – Tests and measurements – Part 1-100: General – Applicable publications*

IEC 60512-1-1:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 1-1: General examination – Test 1a: Visual examination*

IEC 60512-1-2:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 1-2: General examination – Test 1b: Examination of dimension and mass*

IEC 60512-2-1:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 2-1: Electrical continuity and contact resistance tests – Test 2a: Contact resistance – Millivolt level method*

IEC 60512-2-2:2003, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 2-2: Electrical continuity and contact resistance tests – Test 2b: Contact resistance – Specified test current method*

IEC 60512-4-3:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 4-3: Voltage stress tests – Test 4c: Voltage proof of pre-insulated crimp barrels*

IEC 60512-9-5:2020, *Connectors for electrical and electronic equipment – Tests and measurements – Part 9-5: Endurance tests – Test 9e: Current loading, cyclic*

IEC 60512-11-1:2019, *Connectors for electrical and electronic equipment – Tests and measurements – Part 11-1: Climatic tests – Test 11a – Climatic sequence*

IEC 60512-11-4:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 11-4: Climatic tests – Test 11d: Rapid change of temperature*

IEC 60512-11-7:2003, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 11-7: Climatic tests – Test 11g: Flowing mixed gas corrosion test*

IEC 60512-11-9:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 11-9: Climatic tests – Test 11i: Dry heat*

IEC 60512-11-10:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 11-10: Climatic tests – Test 11j: Cold*

IEC 60512-11-12:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 11-12: Climatic tests – Test 11m: Damp heat, cyclic*

IEC 60512-16-4:2008, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 16-4: Mechanical tests on contacts and terminations – Test 16d: Tensile strength (crimped connections)*

IEC 60512-16-7:2008, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 16-7: Mechanical tests on contacts and terminations – Test 16g: Measurement of contact deformation after crimping*

IEC 60512-16-8:2008, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 16-8: Mechanical tests on connections and terminations – Test 16h: Insulating grip effectiveness (crimped connections)*

IEC 60512-19-1:2010, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 19-1: Chemical resistance tests – Test 19a: Fluid resistance of pre-insulated crimp barrels*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60050-581, IEC 60512-1 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1

Leiter

Teil des Kabels oder des Drahtes, dazu vorgesehen, elektrischen Strom zu übertragen. Der Leiter kann:

- a) massiv – aus einem einzelnen Draht mit rundem Querschnitt,
- b) gelitzt – aus mehreren Drähten von rundem Querschnitt, entweder konzentrisch verseilt oder gebündelt, ohne Isolation zwischen den einzelnen Drähten, hergestellt sein.

Die Eigenschaften des Kupfers müssen mit den Anforderungen der IEC 60028 übereinstimmen

[QUELLE: IEC 60189-3:2007, 3.2]

3.2

Draht

isolierter Leiter oder Kombination von mehreren isolierten Leitern, welche zusammengefasst sind und mit einem Schirm versehen sein können. Der Draht kann wie folgt ausgeführt sein:

- a) einzeln – aus einem einzelnen isolierten Leiter,
- b) verseilt – aus mehreren isolierten Leitern

[QUELLE: IEC 60189-3:2007, 3.3, modifiziert – „Niederfrequenz“ wurde aus dem Titel gestrichen und die abschließenden Anmerkungen wurden gestrichen]

3.3

Kabel

Zusammenstellung aus einem oder mehreren Leitern, einer Schutzumhüllung und möglicherweise Füll-, Isolier- und Schutzstoffen

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 151-12-30, modifiziert – „und/oder Glasfasern“ wurde gestrichen]

3.4

Crimpen

dauerhaftes Anbringen eines Anschlusses an einen Leiter durch Druckverformung oder Druckumformung einer Crimphülse um den Leiter, um eine gute elektrische und mechanische Verbindung herzustellen

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 581-23-10, modifiziert – „der Hülse“ wurde durch „eine Crimphülse“ ersetzt]

3.5

Crimpverbindung

dauerhafte lötfreie Verbindung durch das Crimpen einer Crimphülse

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 581-23-10, modifiziert – Verwendung der vorhandenen Definition von „Crimpen“ zur Vermeidung von doppeltem Text, „lötfreie“ und „Crimp“ wurden hinzugefügt und die Anmerkung wurde gestrichen]

3.6

Crimpkontakt

Kontakt mit einer Anschlusshülse, die zum Crimpen geeignet ist

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 581-22-05]

3.7

Pol

leitfähiges Teil einer Einrichtung, eines Stromkreises oder eines elektrischen Netzes, das für die Verbindung dieser Einrichtung, dieses Stromkreises oder dieses elektrischen Netzes mit einem oder mehreren äußeren Leitern vorgesehen ist

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 581-23-17]

3.8

Kabelschuh

Element mit Hülsen zur Aufnahme von elektrischen Kabelleitern, mit oder ohne zusätzliche Aufnahme und Isolierungsunterstützung, zum Anschließen von Leitern an Geräte

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 582-23-21]

3.9

vorisolierter Kabelschuh

Kabelschuh mit einer vorisolierten Crimphülse

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 581-23-19]

3.10

Anschluss

Teil eines Kontaktelementes, eines Anschlussstückes oder eines Kabelschuhs, der üblicherweise mit einem Leiter verbunden ist

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 581-23-20]

3.11

Verbindungselement

Element für den elektrischen Anschluss von zwei oder mehr Leitern mit einer oder mehr Anschlussklemmen und gegebenenfalls mit Isolierung und/oder Hilfsteilen

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 442-06-01]

3.12

Spleiß

Verbindungsmaterial mit Hülsen zur Aufnahme von elektrischen Leitern, mit oder ohne Isolationsunterstützung

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 581-24-19]

3.13

Isolierungsunterstützung

Teil eines Kabelschuhs, der die Drahtisolierung aufnimmt, aber nicht festhält

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 581-22-17, modifiziert – „Anschlussstücks“ wurde durch „Kabelschuhs“ ersetzt und „Leiter“ durch „Draht“]

3.14

Isolierungshalterung

Teil eines Kabelschuhs, in dem die Drahtisolierung gehalten wird

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 581-22-16, modifiziert – „Leiter“ wurde durch „Draht“ ersetzt]

3.15

vorisolierte Pressverbindung

vorisolierte Crimpverbindung

mit einem vorisolierten Kabelschuh oder einem vorisolierten Spleiß hergestellte Pressverbindung/Crimpverbindung

3.16

Crimpwerkzeug

mechanische Vorrichtung zum Crimpen

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 581-24-16]

3.17

Aufnahme

<des Crimpwerkzeugs> Vorrichtung, die eine Crimphülse in die korrekte Lage im Crimpwerkzeug bringt

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 581-24-17]

3.18

Positionierstück

<des Crimpwerkzeugs> Aufnahme des Crimpwerkzeugs mit zusätzlichen Vorrichtungen, die die Crimphöhe begrenzen

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 581-24-18]

3.19

Auslösesperre eines Crimpwerkzeugs

Vorrichtung an einem Crimpwerkzeug, die das Zurückgehen des Werkzeugs auf die geöffnete Stellung vor Beendigung des Crimpvorgangs verhindert

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 581-23-23]

3.20

Crimp-Amboss

Crimpnest

Teil des Crimpwerkzeugs, der die Anschlusshülse oder Druckhülse während des Crimpens unterstützt

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 581-24-14, modifiziert – alternativer Begriff „Crimpnest“ wurde hinzugefügt]

3.21

Crimp-Stempel

Teil des Crimpwerkzeugs, der die Anschlusshülse oder Druckhülse verformt

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 581-24-15]

3.22

Crimpbacken

Teil eines Crimpwerkzeugs, der die Crimphülse während des Crimpvorgangs verformt oder umformt und üblicherweise Crimp-Amboss, den Crimp-Stempel und das Positionierstück beinhaltet

Anmerkung 1 zum Begriff: Crimpbacken dürfen, wenn erforderlich, mit getrennten oder integrierten Bereichen für die Verformung der Isolierungshalterung ausgestattet sein.

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 581-24-26, modifiziert – „*verformt*“ wurde zu „*verformt oder umformt*“ geändert, „*während des Crimpvorgangs*“ wurde hinzugefügt und Anmerkung 1 zum Begriff wurde hinzugefügt]

3.23

Crimphöhe

Crimptiefe

Weg, den der Crimp-Stempel in die Crimphülse eindringt, gemessen anhand der Dicke des Crimpbereichs zwischen zwei gegenüberliegenden Punkten auf der gecrimpten Oberfläche

3.24

Crimphülse

Anschlusshülse, die einen oder mehrere Leiter aufnehmen kann und durch Anwendung eines Crimpwerkzeugs zu crimpen ist

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 581-23-47]

3.25

offene Crimphülse

Crimphülse, die vor dem Crimpen offen ist mit zum Beispiel U- oder V-Form (siehe Bild 1)

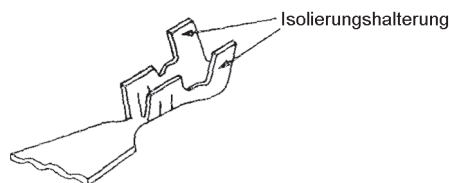


Bild 1 – Offene Crimphülse

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 581-23-48, modifiziert – Bild 1 und Verweisung darauf wurden hinzugefügt]

3.26

geschlossene Crimphülse

Crimphülse, die vor dem Crimpen geschlossen ist (siehe Bild 2)

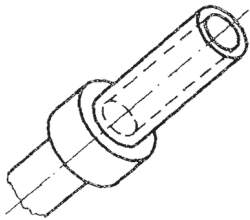


Bild 2a – Gedrehte Crimphülse

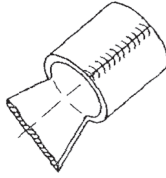


**Bild 2b – Hartgelötete/ge-
schweißte Crimphülse**

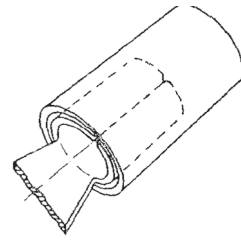


**Bild 2c – Geprägte/ge-
walzte Crimphülse**

Bild 2 – Geschlossene Crimphülsen

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 581-23-49, modifiziert – Bild 2 und Verweisung darauf wurden hinzugefügt]

3.27

vorisolierte Crimphülse

Crimphülse mit dauerhafter Außenisolierung, die eine vollständige elektrische Isolation sicherstellt und durch die hindurch der Crimpvorgang erfolgt (siehe Bild 3); dabei werden Hülse und Isolierung in einem Crimpvorgang verformt

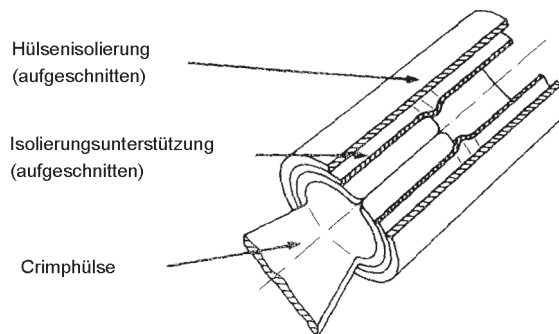


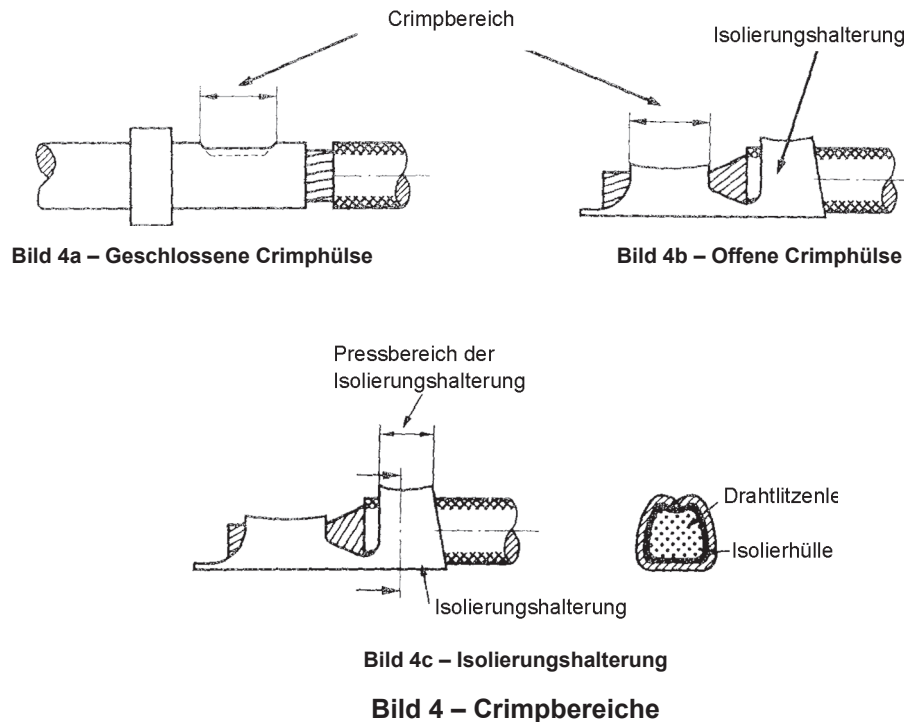
Bild 3 – Vorisolierte Crimphülse

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 581-23-50, modifiziert – „und durch die hindurch der Crimpvorgang erfolgt“ wurde hinzugefügt und Bild 3 und Verweisung darauf wurden hinzugefügt]

3.28

Crimpbereich

Teil einer Crimphülse, in dem die Crimpverbindung durch Druckverformung oder Druckumformung der Hülse um den Leiter herum erzielt wird (siehe Bild 4)



Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn die Crimphülse eine Isolierungshalterung besitzt, so wird diese vom Crimpwerkzeug ebenfalls verformt, um die Isolierhülle des Leiters festzuhalten.

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 581-23-56, modifiziert – Anmerkung 1 zum Begriff, Bild 4 und Verweisung darauf wurden hinzugefügt]

3.29

Crimp-Prüfloch

Querloch in der Anschlusschülse, welches eine visuelle Prüfung der Leiterposition ermöglicht

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 581-27-06]

3.30

Drahtgrößenbereich des Kontaktes

Gesamtheit der Größen der Leiter, die an einen Anschlusspunkt angeschlossen werden können

[QUELLE: IEC 60050-581:2008, 581-27-12]

3.31

Nennquerschnitt

Wert zur Bezeichnung des Querschnitts eines Leiters, aber nicht Gegenstand einer direkten Messung

Anmerkung 1 zum Begriff: Für jeden einzelnen Leiternennquerschnitt in IEC 60228 wird ein maximaler Widerstandswert gefordert.

[QUELLE: IEC 60228:2004, 2.2, modifiziert – „dieser Norm“ wurde durch „IEC 60228“ ersetzt]

4 Verarbeitung

Der Hersteller von Crimpanschlüssen oder eines Bauteils (z. B. Crimpkontakte, mehrpolige Steckverbinder für selbige), das solche Anschlüsse verwendet, muss eine Anleitung zum Zusammenbau von Crimpverbindungen bereitstellen.

Crimpverbindungen müssen sorgfältig und fachgemäß hergestellt werden und dem Stand der Technik entsprechen.

Anhang A (informativ) liefert Anwendungshinweise und darf als Benchmark für die Bewertung der Verarbeitung dienen.

ANMERKUNG Einige Branchen (z. B. Automobil-, Raumfahrt-, Schifffahrt-, Nuklear- und Rüstungsindustrie) verwenden spezifische Verarbeitungsnormen, die in Absprache zwischen Hersteller und Anwender berücksichtigt werden dürfen.

5 Voraussetzungen für das Grund-Prüfprogramm

5.1 Einteilung nach Endproduktklassen

Analog zu IEC 61191-1:2018 bezüglich *Elektronikaufbauten auf Leiterplatten*, in der allgemeine Anforderungen an *gelötete* elektrische und elektronische Baugruppen festgelegt werden, erkennt diese Norm bezüglich *lötfreier* Verbindungstechnik an, dass elektrische und elektronische Baugruppen, für die solche *lötfreien* Crimpverbindungen vorgesehen sind, nach ihrer vorgesehenen Endanwendung eingeteilt werden dürfen.

Es wurden drei allgemeine Endproduktklassen festgelegt, um Unterschiede in der Produzierbarkeit, in den Funktionsanforderungen und in der Nachweis-(Kontroll-/Prüfungs-)Häufigkeit wiederzugeben.

Es sollte beachtet werden, dass bei einigen Geräten Überschneidungen zwischen den Klassen auftreten könnten. Der Hersteller der Crimphülse, die zur Herstellung von Crimpverbindungen nach dieser Norm verwendet werden soll, muss die Klasse bestimmen, in die dieses Produkt eingeordnet wird.

Diese Einteilung kann sich auf einige Anforderungen auswirken.

5.1.1 Klasse A – Elektrische und elektronische Produkte für den allgemeinen Gebrauch

Produkte für elektrische und elektronische Baugruppen: Dazu gehören Konsumgüter, einige Computer und Computer-Peripheriegeräte sowie Baugruppen für Anwendungen, bei denen die Funktion des Gesamtgeräts vorrangig ist.

5.1.2 Klasse B – Elektrische und elektronische Produkte für spezielle Anwendungen

Produkte für elektrische und elektronische Baugruppen für spezielle Anwendungen, für die ein hohes Leistungsvermögen und eine lange Lebensdauer gefordert werden und ununterbrochener Betrieb wünschenswert, aber nicht zwingend erforderlich ist; dazu gehören Kommunikationseinrichtungen, hochwertige Büromaschinen und Geräte. Üblich für sie ist, dass die Einsatzumgebung keine Ausfälle verursachen würde.

5.1.3 Klasse C – Elektrische und elektronische Produkte für höchste Anforderungen

Produkte für elektrische und elektronische Baugruppen, für die Dauerbetrieb oder Funktion im Bedarfsfall zwingend erforderlich ist. Geräteausfälle können nicht zugelassen werden. Die Einsatzumgebung darf ungewöhnlich rau sein. Die Geräte müssen, wenn gefordert, funktionsfähig sein, wie z. B. Lebenserhaltungssysteme und andere wichtige Systeme.

5.2 Voraussetzungen für Werkzeuge

Crimpwerkzeuge müssen nach den Anweisungen des Herstellers des Crimpkontakts (oder Kabelschuhs oder Spleißes), dessen wesentlicher Bestandteil die Crimphülse ist, ausgewählt werden.

ANMERKUNG 1 Aussagen von Werkzeugherstellern zur Eignung von Crimpwerkzeugen, die nicht den Angaben vom Kontaktehersteller entsprechen, unterliegen vollständig der Verantwortung dieser Werkzeughersteller und stellen keine Anerkennung des Crimpkontakteherstellers dar.

Die Crimpwerkzeuge müssen nach den Anweisungen des Werkzeugherstellers eingesetzt und überwacht werden.

Das Crimpwerkzeug muss in der Lage sein, während seiner Brauchbarkeitsdauer gleichmäßig zuverlässige Verbindungen herstellen zu können.

Das Crimpwerkzeug muss mit den richtigen Crimpbacken ausgerüstet sein. Bei einstellbaren Crimpbacken muss die für die zu crimpende Hülse passende Einstellung benutzt werden.

Handcrimpwerkzeuge müssen mit einer Auslösesperre ausgerüstet sein.

Automatische Crimpwerkzeuge müssen eine Auslösesperre oder eine vergleichbare Sicherheitseinrichtung besitzen.

Sie müssen richtig eingestellt sein, und die Einstellung muss überwacht werden.

ANMERKUNG 2 Details zur Auslösesperre eines Crimpwerkzeugs siehe A.2 c).

Werkzeuge müssen durch die Prüfung von Crimpverbindungen beurteilt werden, die mit dem zu beurteilenden Werkzeug hergestellt worden sind.

ANMERKUNG 3 Bestimmte Endanwendungen von Crimpverbindungen, z. B. Installation in einpoligen oder mehrpoligen Steckverbindern, dürfen aufgrund von axialer und/oder Querverformung der Hülse nach dem Crimpen empfindlicher sein als andere (verifiziert anhand von IEC 60512-16-7, Prüfung 16g, siehe 8.2.2 und 8.3.2). In solchen Fällen wird ein Aufnahmesystem für das Crimpwerkzeug empfohlen, um mögliche Verformungen aufgrund einer falschen Positionierung des Crimpwerkzeugs über der Hülse zu verhindern. Siehe die Anweisungen des Crimphülsenherstellers.

5.3 Voraussetzungen für Crimphülsen

5.3.1 Werkstoffe der Crimphülsen

Crimphülsen müssen aus Kupfer oder aus Kupferlegierungen mit einem Mindestkupfergehalt von 60 % hergestellt sein.

Die maximale Zugfestigkeit R_m des Werkstoffs darf 600 MPa nicht überschreiten, wenn sie nach ISO 6892-1 gemessen wird.

Bei Crimpverbindungen, die mit Crimphülsen aus Werkstoffen nach diesen Anforderungen hergestellt wurden, muss das Grund-Prüfprogramm nach 8.2 angewendet werden (siehe 6.1).

Andere Werkstoffe mit geeigneten Eigenschaften dürfen verwendet werden, z. B. Nickel, Stahl, nichtrostender Stahl. Werkstoffe mit einem höheren Widerstandskoeffizienten (K -Werte, siehe 6.2.3.1) oder Werkstoffe, die die oben festgelegte Zugfestigkeit überschreiten, sind für bestimmte Anwendungen unter Umständen nicht geeignet. In diesen Fällen muss das Gesamt-Prüfprogramm nach 8.3 angewendet werden (siehe 6.1).

5.3.2 Maße der Crimphülsen

Die Maße müssen für Litzenleiter, wie sie in 5.4 festgelegt sind, geeignet sein.

ANMERKUNG Eine Crimphülse darf für eine Reihe verschiedener Drahtgrößen vorgesehen sein.

5.3.3 Oberflächenbehandlung der Crimphülsen

Es müssen blanke Crimphülsen oder verzinnte (Zinn oder Zinnlegierung), versilberte, vergoldete oder palladinierte Hülsen verwendet werden.

In diesen Fällen muss das Grund-Prüfprogramm nach 8.2 angewendet werden (siehe 6.1).

Die Oberfläche muss frei von Verunreinigungen und Korrosion sein.

Andere Oberflächenüberzüge, wie Nickel (wenn nicht als Unterplattierung verwendet), dürfen verwendet werden, vorausgesetzt, ihre Eignung ist erprobt.

In diesen Fällen muss das Gesamt-Prüfprogramm nach 8.3 angewendet werden (siehe 6.1).

5.3.4 Gestaltungsmerkmale der Crimphülsen

Die Crimphülse muss so gestaltet sein, dass die Crimpverbindung durch Druckverformung oder Druckumformung der Hülse um den abisolierten Leiter herum hergestellt wird.

ANMERKUNG Techniken, bei denen die Verbindung dadurch hergestellt wird, dass Teile der Hülse die Isolierhülle eines isolierten Leiters durchdringen, fallen nicht in den Anwendungsbereich dieser Norm.

Folgende Crimphülisentypen müssen angewendet werden:

- offene Crimphülsen, nichtisoliert;
- geschlossene Crimphülsen, entweder vorisoliert oder nichtisoliert.

Die Crimphülsen müssen frei von scharfen Kanten sein, die eine Beschädigung der Leiter verursachen können.

5.4 Voraussetzungen für Drähte

5.4.1 Allgemeines

Litzenleiter müssen verwendet werden (Klasse 2, 5 oder 6 nach IEC 60228, je nach den Anweisungen des Crimphülsenherstellers), runde Massivleiter mit einem Durchmesser von 0,25 mm bis 3,6 mm (Klasse 1 nach IEC 60228) dürfen verwendet werden – wenn in der Bauartspezifikation zur Crimphülse oder der Herstellerspezifikation angegeben –, vorausgesetzt, ihre Eignung wurde anhand des Gesamt-Prüfprogramms nach 8.3 erprobt.

PL-Anmerkung – Um Missverständnissen vorzubeugen, sollten die Zusätze „Litzen“ und „runde Massiv~“ den entsprechenden Klassen nach IEC 60228 zugeordnet werden. Litzen darf Klasse 2, Klasse 5 oder Klasse 6 zugeordnet werden (die beiden letzteren werden in der Norm als „fein- und feinstdrähtig“ bezeichnet, wobei Klasse 6 als „feinstdrähtig“ beschrieben wird), wohingegen „runde Massiv~“ eindeutig Klasse 1 nach IEC 60228 entspricht. Es darf nicht vergessen werden, dass IEC 60228 keine Leiter für Drähte in der Telekommunikationsindustrie behandelt (siehe Anwendungsbereich in IEC 60228). Diese werden in der Normenreihe IEC 60189 behandelt, z. B. in der Norm IEC 60189-3:2007, die hier in den Literaturhinweisen aufgeführt ist.

5.4.2 Leiterwerkstoffe

Weichgeglühtes Kupfer mit einer Bruchdehnung von mindestens 10 % muss verwendet werden.

5.4.3 Maße der Leiter

Der Nennquerschnitt des Litzenleiters muss im Bereich von 0,05 mm² bis 10 mm² liegen.

Bei Drähten mit kleiner (handelsüblichen) Nenngröße bis einschließlich 2,5 mm² muss der (tatsächliche) geometrische Querschnitt berechnet und berücksichtigt werden, wohingegen dieser Wert bei Drähten mit größerer Nenngröße ohne Berechnung des tatsächlichen geometrischen Querschnitts berücksichtigt werden muss, da der Fehler bei Berücksichtigung der Nenngröße anstelle der tatsächliche Größe vernachlässigbar ist. Nur im Fall einer Meinungsverschiedenheit bezüglich der Prüfergebnisse muss die tatsächliche (geometrische) Größe berechnet und berücksichtigt werden.

5.4.4 Oberflächenüberzüge der Leiter

Blanke oder verzinnzte (Zinn oder Zinnlegierung) oder versilberte Leiter müssen verwendet werden.

Die Oberfläche muss frei von Verunreinigungen und Korrosion sein.

Andere Oberflächenüberzüge, wie Nickel, dürfen verwendet werden, vorausgesetzt, ihre Eignung ist erprobt.

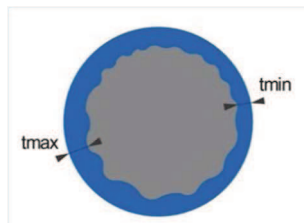
In diesen Fällen muss das Gesamt-Prüfprogramm nach 8.3 angewendet werden (siehe 6.1).

5.4.5 Drahtisolierung

Die Isolierhülle muss leicht vom Leiter entfernt werden können, ohne die physikalischen Eigenschaften des Leiters bzw. der Einzeldrähte zu verändern.

Damit Litzenleiter ohne Beschädigung abisoliert werden können, ist eine ausreichende Konzentrität der Drahtisolierung um den einadrigen Leiter erforderlich. Diese muss mindestens 60 % betragen.

Bild 5 zeigt die Messung der Wanddicke von Drahtisolierhüllen (Litzenleiter) nach IEC 60811-201, während Bild 6 die Berechnung des Konzentritätsverhältnisses und das Abnahmekriterium darstellt.



Legende: $t_{\min}$ = Mindestwanddicke von Isolierhüllen, $t_{\max}$ = maximale Wanddicke von Isolierhüllen

Bild 5 – Konzentrität der Drahtisolierung

$$\text{Konzentritätsverhältnis} = \frac{t_{\min}}{t_{\max}} \times 100 (\%)$$

$$\text{Konzentritätsverhältnis} \geq 60 \%$$

Bild 6 – Konzentritätsverhältnis der Drahtisolierung

5.4.6 Abisolieren von Drähten

Der Draht muss auf die richtige Länge nach den Anweisungen des Crimphülsenherstellers abisoliert werden.

Nach dem Schnitt sollte der Leiter senkrecht abgeschnitten und ohne Grate sein. Hierfür müssen geeignete Schneidwerkzeuge verwendet werden.

Beim Abisolieren muss die Isolierhülle ohne Veränderung oder Beeinträchtigung der physikalischen Eigenschaften des Leiters entfernt werden können.

Die parallele Verseilung muss bis auf einen geringfügigen Drall zur Wiederherstellung des natürlichen Schlags und zur Verdichtung der Einzeldrähte aufrechterhalten bleiben. Eine übermäßige Verdrallung von Litzenleitern für Crimpverbindungen ist nicht zulässig, da dies zu einem vergrößerten Leiterquerschnitt führen würde.

ANMERKUNG Abdrücke vom Abisolierwerkzeug auf der Drahtisolierung sind zulässig, sofern die Isolierhülle dadurch nicht beschädigt wird (nicht mehr als 20 % der Wanddicke).

Litzenleiter oder Drahtbündel dürfen nicht

- über den geringfügigen Drall, der für den natürlichen Schlag der Einzeldrähte erforderlich ist, hinaus verdreht werden,
- in dem für die Crimpverbindung vorgesehenen Bereich gelötet oder tauchverzinnt sein.

Anhang A (informativ), Tabelle A.1, zeigt zulässig abisolierte Drähte mit Litzenleitern. Der Zustand der mit „PID“ (Prozessindikator) gekennzeichneten abisolierten Litzenleiter ist zulässig, doch der Prozess muss kontrolliert und angepasst werden.

Anhang A (informativ), Tabelle A.2, zeigt einige Beispiele für Abisolierfehler.

Die Einzeldrähte im abisolierten Bereich des Leiters dürfen nicht übermäßig beschädigt sein, z. B. teilweise oder vollständig durchtrennt.

Kerben oder Kratzer auf Einzeldrähten, die weniger als 10 % des Einzeldrahtdurchmessers betreffen, werden nicht als Einzeldrahtbeschädigung betrachtet. Die zulässige Gesamtschädigung von Einzeldrähten ist nach Tabelle 1 abhängig von der Einstufung nach Endprodukt in 4.1.

Tabelle 1 – Zulässige Einzeldrahtbeschädigung ^{1) 2) 3)}

Anzahl der Einzeldrähte	Höchste zulässige Anzahl angekratztter, eingekerbter oder gebrochener Einzeldrähte bei Klasse A, B	Höchste zulässige Anzahl angekratztter, eingekerbter oder gebrochener Einzeldrähte bei Klasse C	Höchste zulässige Anzahl angekratztter, eingekerbter oder gebrochener Einzeldrähte bei Klasse C
1	Keine Beschädigung, die 10 % des Leiterdurchmessers überschreitet		
2 bis 6	0	0	0
7 bis 15	1	0	1
16 bis 25	3	0	2
26 bis 40	4	3	3
41 bis 60	5	4	4
61 bis 120	6	5	5
> 121	6 %	5 %	5 %
¹⁾ Keine beschädigten Einzeldrähte bei Drähten, die bei einer Spannung von 6 kV oder mehr verwendet werden sollen. ²⁾ Bei Drähten mit Oberflächenüberzug wird eine optische Unregelmäßigkeit, bei der das Grundmetall nicht freigelegt ist, nicht als Einzeldrahtbeschädigung betrachtet. ³⁾ Kerben oder Kratzer, die weniger als 10 % des Leiterdurchmessers betreffen, werden nicht als Einzeldrahtbeschädigung betrachtet.			

Der Leiter muss im abisolierten Bereich sauber und frei von Resten der Isolierhülle sein.

Der Schlag der Einzeldrähte muss in Ordnung sein. Falls der Schlag beeinträchtigt wurde, darf er durch eine leichte Verdrehung etwa bis zum ursprünglichen natürlichen Schlag und der ursprünglichen Dichte der Einzeldrähte wiederhergestellt werden.

5.5 Voraussetzungen für Crimpverbindungen

5.5.1 Kompatibilität der Kombination

Die Kombination aus Werkzeug (einschließlich geeigneter Crimpbacken und, sofern angegeben, der geeigneten Kontaktaufnahme oder des geeigneten Positionierstücks), Crimphülse und Draht oder Drahtgrößenbereich muss kompatibel sein.

Wenn die Crimphülse mit einer Isolierungsunterstützung oder einer Isolierungshalterung versehen ist, müssen der Gesamtdurchmesser der Drahtisolierung und die Maße der Unterstützung oder Halterung aufeinander abgestimmt sein, d. h. die Drahtisolierung muss richtig in der Unterstützung oder Halterung angeordnet sein.

5.5.2 Leiteranordnung

Der Leiter muss ordnungsgemäß in der Crimphülse angeordnet sein, d. h. mit der richtigen Tiefe. Dies muss wie folgt sichergestellt werden:

- bei offenen Crimphülsen oder bei geschlossenen Crimphülsen mit Kontrollmöglichkeit, zum Beispiel einem Kontroll-Loch, durch visuelle Prüfung;
- bei geschlossenen Crimphülsen ohne Kontrollmöglichkeit muss die richtige Tiefe gemessen werden (indirekt durch Messung der möglichen Aufnahmetiefe der Hülse, der abisolierten Länge des Drahts und des Abstands zwischen Hülsenende und Anfang der Drahtisolierung).

Nach Berücksichtigung der zulässigen Einzeldrahtbeschädigung nach Tabelle 1 müssen sich alle Einzeldrähte des Litzenleiters innerhalb der Crimphülse befinden.

ANMERKUNG Crimpverbindungen mit mehr als einem Draht siehe A.5.2.

5.5.3 Lage der Crimpverbindung

Der Crimpvorgang muss an der richtigen Stelle entlang der Crimphülse erfolgen. Dies wird im Allgemeinen dadurch erreicht, dass eine geeignete Kontaktaufnahme bzw. ein geeignetes Positionierstück des Crimpwerkzeugs verwendet wird, um die richtige Position der Backen entlang der Kontakt-Crimphülse zu prüfen.

ANMERKUNG Wenn der Crimpvorgang an einer falschen Stelle erfolgt, könnte dies zu einer Beschädigung und/oder Verformung der Crimphülse eines Crimpkontakts führen, wodurch der Halt der Crimpverbindung im entsprechenden Hohlraum eines einpoligen oder mehrpoligen Steckverbindereinsatzes beeinträchtigt werden kann. Siehe auch ANMERKUNG 3 in 5.2.

5.5.4 Kontaktverformung

Die Verformung der Crimphülse (des Kontakts) nach dem Crimpen muss innerhalb der in der Bauart-(Produkt-)Spezifikation festgelegten Grenzen liegen.

5.5.5 Voraussetzungen für Crimpverbindungen mit mehr als einem Leiter in der Crimphülse

Wenn Crimpverbindungen mit mehr als einem Leiter in einer Crimphülse ausgeführt werden, muss Folgendes beachtet werden:

- der Leiter (Leitergestaltung), der Crimpbereich der Crimphülse und das verwendete Crimpwerkzeug müssen zusammenpassen (kompatibel sein);
- die Auszugskraft der Crimpverbindung muss die Anforderungen erfüllen;
- wenn zwei oder mehr Leiter gecrimpt werden, müssen die mechanischen und elektrischen Prüfungen an jedem Leiter und entsprechend den Anforderungen durchgeführt werden;
- die Leiterkombinationen muss geeignet sein;
- der Leiter mit dem kleineren Querschnitt muss sich bei geprägten offenen Crimpverbindungen immer unten in der Crimphülse befinden.

Crimpverbindungen mit mehreren Leitern sollten vorzugsweise mit gleichen Leiterquerschnitten und Leiterdurchmessern hergestellt werden.

Wenn Leiter mit unterschiedlichen Durchmessern verwendet werden, muss bei Crimpverbindungen mit mehreren Leitern folgendes Durchmesser Verhältnis eingehalten werden:

$$\frac{\varnothing 1 > \text{[Diagram of large wire]} }{\varnothing 2 < \text{[Diagram of small wire]} } \leq 1,4$$

Bild 7 – Durchmesser Verhältnis beim Crimpen von Leitern mit unterschiedlichen Durchmessern

Das Verhältnis vom größten Leiterdurchmesser ($\varnothing 1$) zum kleinsten Leiterdurchmesser ($\varnothing 2$) muss kleiner oder gleich 1,4 sein. In anderen Worten: Der Querschnitt des größten Leiters bzw. der größten Leiter darf nicht mehr als doppelt so groß sein wie der Querschnitt des kleinsten Leiters bzw. der kleinsten Leiter.

5.5.6 Anpassung des Leiterquerschnitts an die Crimphülse

Wenn für die Abnahme eines bestimmten Querschnittsbereichs von Leitern Crimphülsen bereitgestellt werden, ist es nicht immer möglich, die Druckkräfte an die verschiedenen Querschnitte anzupassen, insbesondere bei Handcrimpzangen mit Anschlag ohne Anpassung der Crimphöhe.

Daher gilt Folgendes, sofern nicht anderweitig festgelegt:

- nur Leiter mit einem Querschnitt, der dem Querschnitt der Crimphülse entspricht, dürfen gecrimpt werden;
- Ausnahmen sind nur zulässig, wenn bei dem Werkzeug die Crimphöhe innerhalb eines (vom Hersteller der Crimphülse) festgelegten Bereichs angepasst werden und so sichergestellt werden kann, dass die Crimphülse nach den Anforderung gecrimpt werden kann;
- wenn die Crimphülse mit Werkzeugen wie Handzangen gecrimpt wird, die nicht an die verschiedenen Leiterquerschnitte angepasst werden können, ist eine Anpassung des Querschnitts (z. B. mit Hilfe von Fülllitzen) erforderlich. Der Leiterquerschnitt wird auf den höchsten festgelegten Leiterquerschnitt der Crimphülse erhöht.

5.5.7 Crimpkontakte und Kabelschuhe

Für die Anwendung dieses Dokuments werden die Begriffe „Crimpanschluss“, „Crimpkontakt“, „Crimpverbindung“ usw. sowohl für Crimpkabelschuhe (Ringkabelschuhe) als auch für Crimpkontakte verwendet.

5.5.7.1 Offene Crimphülsen mit oder ohne Isolierungshalterung

Crimpkontakte zur Verwendung als B-Crimp sind üblicherweise offene geprägte Erzeugnisse in Bandform (in Reihe), wie in Bild 8 dargestellt.



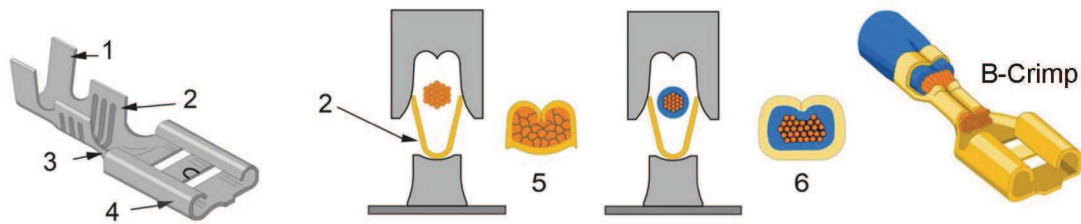
Bild 8 – Beispiele für offene geprägte Crimpkontakte für die automatische Produktion

Für die Musterfertigung und Reparaturanwendungen werden lose Kontakte mit vorgewalzten Crimpflanken und Isolierungshalterungsflanken bereitgestellt, um ein Abknicken im Hand-Crimpwerkzeug zu verhindern, siehe Bild 9.



Bild 9 – Lose Kontakte mit vorgewalzten Flanken für Handcrimpzangen

B-Crimps sind eine Entwicklung für die industrielle Massenfertigung. Aufgrund ihrer offenen Gestaltung haben sie jedoch Nachteile, wie Rückfederungskräfte oder Verschiebung in den Crimpbacken, die eine gründliche Anpassung der Werkzeuge und eine entsprechende Qualitätskontrolle erfordern.

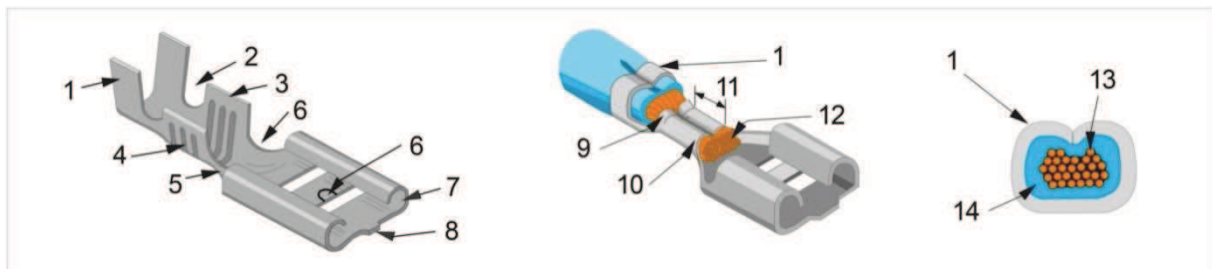


Legende:

- 1 = Isolationscrimpkanten
- 2 = Drahtcrimpkanten
- 3 = Übergang

- 4 = Kontaktfläche
- 5 = Drahtcrimp
- 6 = Isolierungshalterung

Bild 10 – Geprägte offene B-Crimpkontakte mit Amboss und Stanzformen



Legende:

- 1 = Isolierungshalterungsflanken
- 2 = Isolierungsprüffenster
- 3 = Drahtcrimpflanken
- 4 = Prägerillen
- 5 = Übergang
- 6 = Kontaktverriegelung
- 7 = Kontaktfläche

- 8 = Trennsteg
- 9 = Eingangstrichter
- 10 = Ausgangstrichter
- 11 = Crimpbereich
- 12 = Leiterüberstand
- 13 = Einzeldrähte des Leiters
- 14 = Isolierung der Leiterdrähte

Bild 11 – Bezeichnungen bei einem offenen B-Crimpkontakt

5.5.7.2 Crimpbacken für geschlossene Crimphülsen

In Bild 12 sind Beispiele für Crimpbacken dargestellt.

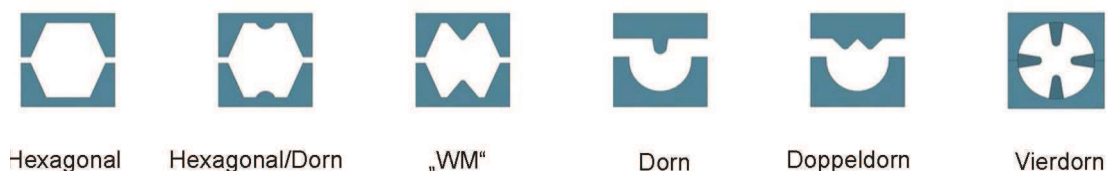


Bild 12 – Beispiele für Crimpbacken

5.5.7.3 Geschlossene Crimphülse (geprägte Ringkabelschuhe)

Ringkabelschuhe, wie z. B. die Kabelschuhe in Ringform (nichtisoliert) nach DIN 46234, werden aus Metallblechen gestanzt und müssen über eine geschlossene, hartgelötete Naht verfügen.

E DIN EN IEC 60352-2:2023-03

Ihr Leiterquerschnitt reicht von 0,1 mm² bis 300 mm².

ANMERKUNG Für dieses Dokument sind Querschnitte bis einschließlich 10 mm² relevant.



- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1 = Version mit offener Naht | 5 = geschlossene, hartgelötete Naht |
| 2 = Version mit geschlossener, hartgelöteter Naht (nach den 6 = Prägerillen Anforderungen dieser Norm) | |
| 3 = durch Stanzen geformte geschlossene Crimphülse | 7 = Kontaktfläche (Ring) |
| 4 = offene Naht | 8 = Übergang (Übergangsbereich) |

Bild 13 – Geprägte geschlossene Crimphülse (Ringkabelschuh)

Typische Crimpformen für derartige Ringkabelschuhe sind in Bild 14 dargestellt. Bild 15 zeigt Beispiele für Crimpbacken für dargestellte geschlossene Crimphülsen (bzw. einen Dorncrimp, einen Doppeldorncrimp, einen Rohrkabelschuh und einen Ringkabelschuh).

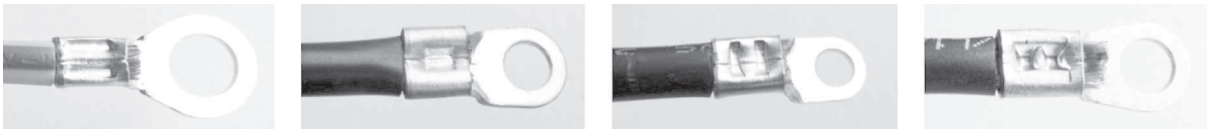


Bild 14 – Verschiedene Crimpformen



Bild 15 – Beispiele für Crimpbacken für geschlossene Crimphülsen

5.5.7.4 Geschlossene Crimphülse (Rohrkabelschuhe)

Rohrkabelschuhe sind die kostengünstige Variante von Presskabelschuhen, z. B. nach DIN 46235, und werden aus einem geschnittenen und gestanzten Rohr hergestellt.

Bei der Verwendung von Leitern der Klasse 5 und Klasse 6 (feinstdrähtige Leiter) nach IEC 60228 sind andere Gestaltungen erforderlich.

Bild 16 zeigt Beispiele für Rohrkabelschuhe mit Öse bzw. Gabel für Leiter der Klasse 5.



Bild 16 – Rohrkabelschuhe für Leiter der Klasse 5

Bild 17 zeigt Beispiele für einen Rohrkabelschuh und einen Spleiß für Leiter der Klasse 6.



Bild 17 – Rohrkabelschuhe für Leiter der Klasse 6

ANMERKUNG Presskabelschuhe wie die oben dargestellten werden in diesem Dokument nicht behandelt.

5.5.7.5 Geschlossene Crimphülse (gedrehte Kontakte für Vierdorn-Crimpen)

Diese Form der Crimpkontakte ermöglicht die größtmögliche elektrische Energieübertragung und benötigt gleichzeitig nur wenig Platz.

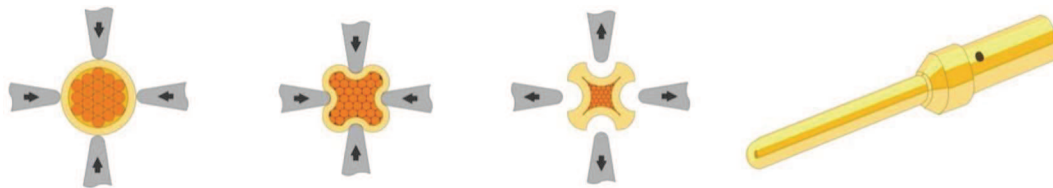


Bild 18 – Crimpvorgang beim Vierdorn-Crimpen mit einstellbaren Werkzeugen

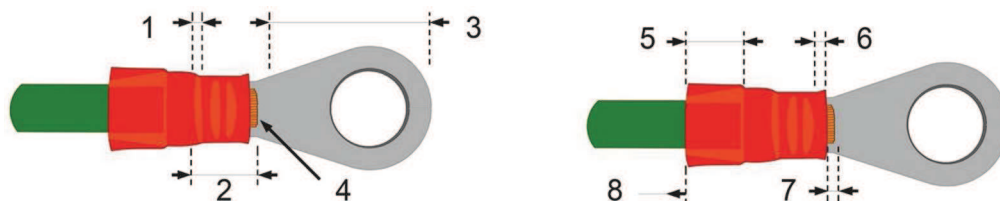
5.5.7.6 Vorisolierte geschlossene Crimphülse (geprägte Ringkabelschuhe)

Bild 19 zeigt Bereichsfestlegungen für vorisolierte geprägte geschlossene Ringkabelschuhe.

Bild 20 zeigt Beispiele für solche Kabelschuhe in zwei Versionen: (1) mit Isolierungshalterung aus Kunststoff und (2) mit Isolierungshalterung aus Metall.

Bild 21 zeigt Beispiele für vorisolierte Kabelschuhe in Bandform mit verschiedenen Transportoptionen, zur Verwendung in der maschinellen Verarbeitung mit Schnellwechsel-Crimpwerkzeugen.

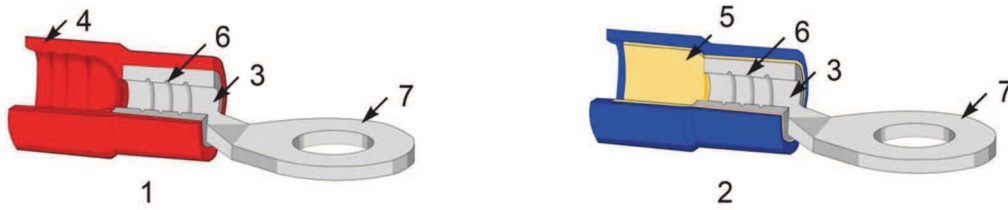
Bei diesen Crimphülsen können eindeutig keine Sichtprüfung des Crimpbereichs und keine Messung der Crimphöhe vorgenommen werden.



- 1 = Eingangstrichter für Drahtcrimp (nicht sichtbar)
- 2 = Crimpbereich
- 3 = Kontaktfläche
- 4 = Leiterüberstand

- 5 = Isolierungshalterung
- 6 = Ausgangscrimpbereich (nicht sichtbar)
- 7 = Leiterüberstand
- 8 = Ader

Bild 19 – Vorisolierte geprägte geschlossene Crimphülse, Bereichsfestlegungen



1 = Version mit Kunststoffhülse als Isolierungshalterung
2 = Version mit Messinghülse als Isolierungshalterung
3 = Crimphülse
4 = Bereich der Isolierungshalterung aus Kunststoff

5 = Messinghülse als Isolierungshalterung
6 = Prägerillen
7 = Kontaktfläche (Ring)

Bild 20 – Vorisolierte geschlossene Crimphülse in verschiedenen Gestaltungen

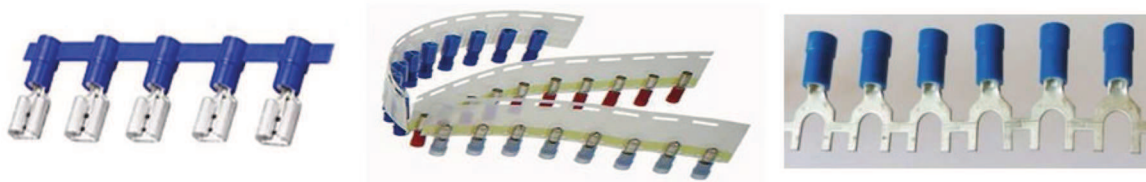


Bild 21 – Beispiele für vorisolierte Kabelschuhe in Bandform

5.5.8 Crimphülsen für Spleiße

Leiterspleiße werden mit Crimphülsen ohne Kontaktfläche gecrimpt.

Die Werkstoffe für Crimphülsen für Spleiße sind die gleichen wie in 5.3.1 beschrieben.

Die Voraussetzungen für Crimpverbindungen in 5.5 müssen auch auf gecrimpte Spleiße angewendet werden. Zusätzliche Voraussetzungen für Crimphülsen für Spleiße sind in 5.13.1 unten angegeben.

Da mehrere Leiter mit einer Crimphülse für Spleiße verbunden werden, muss jeder der Leiter die gleichen Abnahmekriterien erfüllen wie ein Leiter bei der Verbindung eines einzelnen Leiters.

Da mehrere Leiter mit einer Crimphülse für Spleiße verbunden werden, muss der sich ergebende Gesamtquerschnitt innerhalb des Querschnitts der Crimphülse für Spleiße liegen.

5.6 Voraussetzungen für Crimpverbindungen mit Spleißen

Bild 22 zeigt mögliche Varianten nichtisolierter Spleiße.

ANMERKUNG Die Varianten vorisolierter Spleiße sind ähnlich und werden zur Vereinfachung nicht dargestellt.

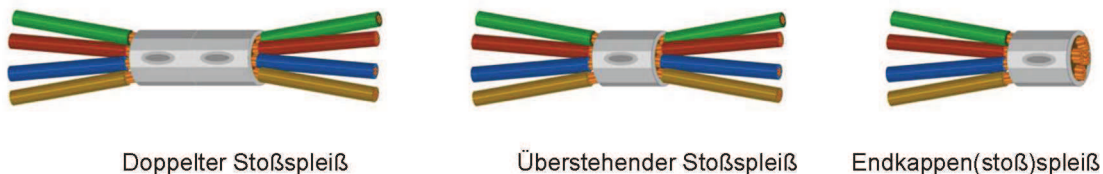


Bild 22 – Varianten nichtisolierter Spleiße

Überstehende Stoßspleiße erfordern die kürzeste Abisolierlänge des Drahts.

Die Drahtenden müssen so abisoliert werden, dass die blanken Leiter mindestens so weit überstehen, wie die Crimphülse lang ist (einzelne Crimphülse, nicht doppelseitig), und eine Isolationsstrecke aufweisen, die den Anforderungen in Tabelle 4 entspricht.

Die Leiter sollten parallel bleiben (nicht verdreht) und über die gesamte Länge Kontakt haben.

Die Einzeldrähte dürfen nicht die Drahtisolierung der anderen Drähte überlappen.

Spleiße dürfen nicht ohne vorherige Genehmigung des Endanwenders verwendet werden, um gebrochene oder beschädigte Leiter zu reparieren.

Die maximale Anzahl an Adern je Spleiß muss 10 sein, und die maximale Anzahl an Adern je Spleiß-Ende (Stoßspleiße) muss 6 sein.

Der Mindestquerschnitt einer einzelnen Ader muss 10 % des Gesamtquerschnitts aller Leiter betragen.

5.6.1 Leiteranforderungen bei gecrimpten Spleißen

Nicht nur die unterschiedlichen Konstruktionen (Anzahl Einzeldrähte), sondern auch die zugehörigen Leiterdurchmesser sind für das Crimpen von Spleißen wichtig.

Nicht alle Leiterdurchmesser der einzelnen Adern können in einem gecrimpten Spleiß kombiniert werden: Wenn die Differenz zu groß ist, können Leiter mit kleinem Durchmesser gecrimpt werden, bevor sich Leiter mit größerem Durchmesser verformen.

$$\frac{\varnothing 1}{\varnothing 2} \leq 1,4$$

Bild 25 – Verhältnis der Leiterdurchmesser in Spleißen

Wenn Leiter mit unterschiedlichen Durchmessern gecrimpt werden, muss das Verhältnis zwischen dem größten einzelnen Leiterdurchmesser ($\varnothing 1$) zum kleinsten einzelnen Leiterdurchmesser ($\varnothing 2$) kleiner oder gleich 1,4 sein. In anderen Worten: Der Querschnitt des größten Leiters bzw. der größten Leiter darf nicht mehr als doppelt so groß sein wie der Querschnitt des kleinsten Leiters bzw. der kleinsten Leiter.

6 Prüfungen

6.1 Allgemeines

Es müssen zwei Prüfprogramme nach den folgenden Bedingungen angewendet werden:

- Crimpverbindungen, die allen Voraussetzungen von Abschnitt 5 entsprechen, müssen nach dem Grund-Prüfprogramm geprüft werden und müssen dessen Anforderungen erfüllen, siehe 8.2;
- Crimpverbindungen, die nicht alle Voraussetzungen von Abschnitt 5 erfüllen, die z. B. mit Massivleitern, unterschiedlichen Werkstoffen usw. ausgeführt wurden, müssen nach dem Gesamt-Prüfprogramm geprüft werden und müssen dessen Anforderungen erfüllen, siehe 8.3.

Crimpverbindungen mit mehr als einem Draht in einer Crimphülse, z. B. Crimpspleiße, müssen nach dem Gesamt-Prüfprogramm geprüft werden und müssen dessen Anforderungen erfüllen, siehe 8.3.

ANMERKUNG Für Crimpverbindungen mit mehr als einem Draht siehe A.5.2.

Unter Umständen verweist eine Bauart-(Produkt-)Spezifikation mit anderen Prüfbedingungen als denen von einem der beiden angegebenen Prüfprogramme auf dieses Dokument. Die Prüfbedingungen aus der Bauart-(Produkt-)Spezifikation müssen Vorrang haben.

6.2 Allgemeine Prüfbedingungen

Soweit nicht anders festgelegt, müssen alle Prüfungen unter den allgemeinen Prüfbedingungen nach IEC 60512-1 vorgenommen werden.

Die Umgebungstemperatur und die relative Luftfeuchte, bei denen die Messungen durchgeführt werden, müssen im Prüfbericht angegeben werden.

Im Fall einer Meinungsverschiedenheit über die Prüfergebnisse muss die Prüfung bei einer der genannten Bedingungen nach IEC 60068-1 wiederholt werden.

6.3 Vorbehandlung

Falls festgelegt, müssen die Verbindungen unter den allgemeinen Prüfbedingungen 24 h nach IEC 60512-1 vorbehandelt werden.

6.4 Nachbehandlung

Falls festgelegt, müssen sich die Proben nach der Beanspruchung für eine Zeitspanne von 1 h bis 2 h unter den allgemeinen Prüfbedingungen erholen dürfen.

6.5 Montage der Proben

Wenn bei einer Prüfung Montage gefordert wird, müssen die Proben, wenn nicht anders festgelegt, unter Anwendung der üblichen Montagetechnik befestigt werden.

7 Prüfverfahren und Prüfanforderungen

7.1 Allgemeine Prüfung von Crimphülsen und Drähten

Die Prüfungen müssen entsprechend IEC 60512-1-1, Prüfung 1a, und IEC 60512-1-2, Prüfung 1b, ausgeführt werden.

Sofern in der Bauart-(Produkt-)Spezifikation nicht anders festgelegt, muss die Sichtprüfung mit mindestens der in Tabelle 2 angegebenen optischen Prüfvergrößerung (Dioptr) durchgeführt werden. Die Prüfvergrößerung ist abhängig vom Gesamtdurchmesser des elektrischen Leiters (abisolierter Draht).

Die Grenzabweichungen für Vergrößerungshilfsmittel beträgt $\pm 15\%$ der ausgewählten Prüfvergrößerung. Vergrößerungshilfsmittel sollten in geeigneten Intervallen geprüft, gewartet und kalibriert werden.

Bei Sätzen mit unterschiedlichen Leiterdurchmessern kann für den gesamten Satz die höhere Prüfvergrößerung verwendet werden.

Wenn bei entsprechender Prüfvergrößerung kein Mangel oder Defekt erkannt wird, muss die Einheit als zulässig eingestuft werden.

Tabelle 2 – Vergrößerungshilfsmittel für die Sichtprüfung

Leiterdurchmesser d (mm)	Prüfvergrößerung	Referenzvergrößerung ¹⁾
$d > 1,5$ (> 16 AWG)	–	1,75-fach
$0,75 < d \leq 1,5$	1,5-fach bis 3-fach	4-fach
$0,3 < d \leq 0,75$	3-fach bis 7,5-fach	10-fach
$d \leq 0,3$ (≤ 30 AWG)	10-fach	20-fach

¹⁾ Darf nur verwendet werden, wenn ein Mangel oder Defekt erkannt wurde, der mit der vorhandenen Prüfvergrößerung nicht vollständig identifiziert werden kann.

Es müssen alle Teile untersucht werden, um sicherzustellen, dass die entsprechenden Voraussetzungen aus 5.3 und 5.4 erfüllt worden sind.

ANMERKUNG 1 Voraussetzungen für Werkzeuge (5.2) können erst beurteilt werden, wenn die Voraussetzungen für Drähte und Crimphülsen hinsichtlich der Vorbereitung der Proben beurteilt worden sind.

ANMERKUNG 2 Die Prüfung von Crimpverbindungen, einschließlich Sichtprüfung, Maßprüfung (z. B. Crimphöhe) sowie, bei Bedarf, der Kontaktverformung nach dem Crimpen, zählen zur sogenannten *Anfangsprüfung* von Proben (soweit anwendbar) nach 8.2.2 (Grund-Prüfprogramm) und 8.3.2 (Gesamt-Prüfprogramm).

7.2 Prüfung der Crimpmaße

7.2.1 Crimphöhe C_h , Crimpbreite C_w und messbare Crimpbreite C_{wm}

Die für nachfolgende Prüfungen vorgesehenen Proben müssen verwendet werden.

Die Messungen der Crimphöhe werden nach den Festlegungen des Pressverbinder- oder Crimpwerkzeugherstellers mit den zulässigen Grenzabweichungen nach z. B. Tabelle 6 durchgeführt.

Mit der festgelegten Crimphöhe C_h wird ein einwandfreies Crimpen des Leiters und eine ausreichend hohe Auszugskraft unter Berücksichtigung der Grenzabweichungen sichergestellt.

Die Crimpbreite C_w ist als werkzeugabhängiges Maß der Crimpformbreite angegeben und ist festgelegt als Abstand zwischen den Tangentialpunkten der Radien beider eingerollten Crimpkrallen und der Senkrechten.

Es ist nicht möglich, die Crimpbreite C_w im Rahmen einer Fertigungsüberwachung zu prüfen.

Die Messung der Crimpbreite C_w an der Unterseite des Crimps (messbare Crimpbreite C_{wm}) ermöglicht eine Prüfung, ob die korrekte Crimpformbreite verwendet wurde.

Die messbare Crimpbreite C_{wm} ist die 1,0-fache bis 1,1-fache festgelegte Crimpbreite C_w .

Die Werte für Crimphöhe C_h , Crimpbreite C_w und messbare Crimpbreite C_{wm} kann auch anhand eines Mikroschliffs zur Bestimmung der Genauigkeit des Mikroschliffs ermittelt werden.

Bild 24 zeigt die Messung der Crimphöhe C_h an einer offenen Crimphülse (B-Crimp).

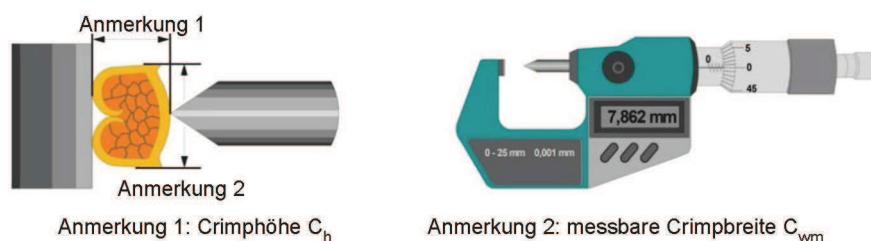


Bild 24 – Messung der Crimphöhe an einer offenen Crimphülse (B-Crimp)

Bild 25 zeigt die Messung der Crimphöhe C_h an einer geschlossenen Crimphülse (Dorncrimpen).

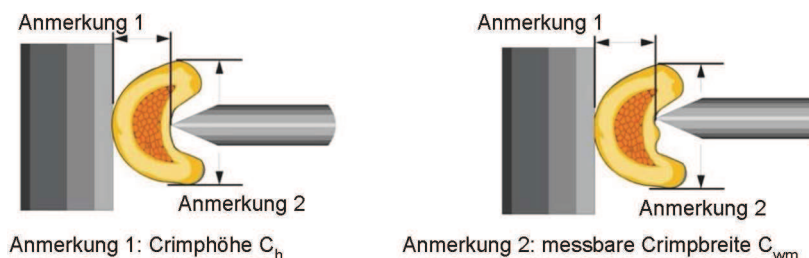


Bild 25 – Messung der Crimphöhe an einer geschlossenen Crimphülse (Dorncrimpen)

Bild 26 zeigt die Messung der Crimphöhe C_h an einer geschlossenen Crimphülse (Vierdorn-Crimpen).

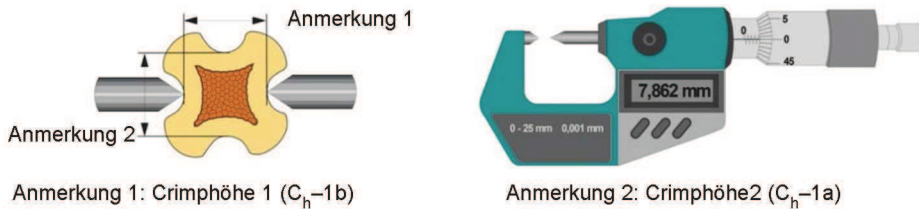


Bild 26 – Messung der Crimphöhe an einer geschlossenen Crimphülse (Vierdorn-Crimpen)

Die Abweichung zwischen Crimphöhe 1 (C_h-1b) und Crimphöhe 2 (C_h-1a) darf 10 % nicht überschreiten.

Tabelle 3 zeigt Beispiele für zulässige Grenzabweichungen für die Crimphöhe C_h in Abhängigkeit des entsprechenden Leiterquerschnittsbereichs.

Tabelle 3 – Beispiel der zulässigen Grenzabweichungen bei Messungen der Crimphöhe

Querschnitt S mm ²	$0,03 < S \leq 0,2$	$0,2 < S \leq 0,5$	$0,5 < S \leq 6$	$6 < S \leq 25^{1)}$	$25 < S \leq 50^{1)}$
Grenzabweichung für Crimphöhe mm	$\pm 0,02$	$\pm 0,03$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$
¹⁾ Grenzabweichungswerte für Crimphöhen nach Leiterquerschnittsbereichen, die die Grenzwerte nach dieser Norm überschreiten (bis einschließlich 10 mm ²) sind nur zu Informationszwecken angegeben.					

7.2.2 Kontaktverformung nach dem Crimpen

Für diese Prüfung müssen Proben vom Typ A verwendet werden.

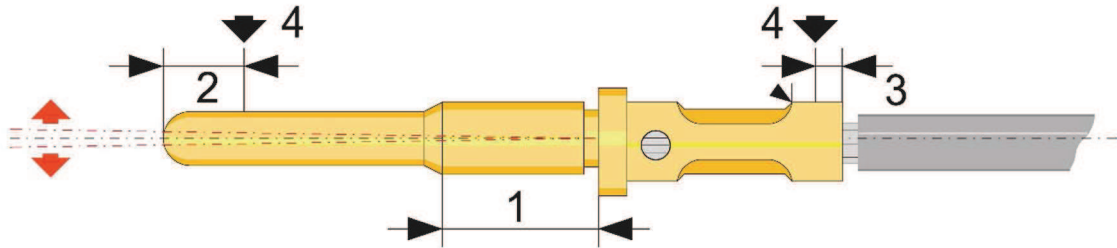
Die Prüfung der Kontaktverformung nach dem Crimpen muss abhängig von der Bauart-(Produkt-)Spezifikation des die Crimpkontakte nutzenden Bauteils nach IEC 60512-16-7, Prüfung 16g, durchgeführt werden.

Anzahl der Proben: 10 für jede Crimphülsegröße (für Kontakte, die einen Leiterquerschnittsbereich abdecken: 5 für den kleinsten Querschnitt und 5 für den größten Querschnitt), sofern nicht anders in der Bauart-(Produkt-)Spezifikation des die Crimpkontakte nutzenden Bauteils festgelegt.

Bei zylindrischen Kontakten müssen die Werte der Kontaktposition vor und nach dem Crimpen, vorzugsweise mit einer Messuhr gemessen, abgelesen werden.

Der Gesamtschlag, wenn der Kontakt um seine Achse gedreht wird, wird halbiert und dieser Wert ist die Verformung (oder Beschädigung).

Bild 27 zeigt ein Beispiel für Halte- und Messpunkte für die Kontaktverformung nach dem Crimpen bei einem gedrehten zylindrischen Kontakt (mit geschlossener Crimphülse).



- 1 = Haltebereich (Bereich, in dem der Kontakt während der Anwendung gehalten werden sollte)
- 2 = Abstand für Messpunkt 4: $2 \times \varnothing$ des Kontakts (wenn nicht rund, dann das kennzeichnende Maß des Kontakts)
- 3 = Abstand für Messpunkt 4: Hälfte des Abstands vom Ende der Crimphülse zum Anfang des Crimps
- 4 = Messpunkte

Bild 27 – Beispiel für Halte- und Messpunkte für die Kontaktverformung

Informationen, die in der Bauart-(Produkt-)Spezifikation des die Crimpkontakte nutzenden, zu prüfenden Bauteils angegeben werden müssen:

- Typ(en) und Größe(n) des Leiters (der Kontakt darf mehr als einen Typ und/oder mehr als eine Größe zulassen);
- Festlegung des Crimpwerkzeugs bzw. der Crimpwerkzeuge und des zu verwendenden Zubehörs;
- Haltebereich (Bereich des Crimpkontakts, der von der Klemmvorrichtung gehalten wird);
- Messpunkte des Kontakts, falls diese von denen in Bild 27 abweichen;
- zulässige Werte für die Verformung für jeden Messpunkt;
- Anzahl der Proben, falls diese von der hier festgelegten Anzahl abweicht;
- jede Abweichung von den Festlegungen dieser Norm.

7.2.3 Sichtprüfung von Isolationsstrecke und Leiterüberstand

Die für alle nachfolgenden Prüfungen vorgesehenen Proben müssen verwendet werden.

Die Bestimmung der Maße von Crimphülsen entspricht Bild 28. Tabelle 4 enthält die Werte der Isolationsstrecken und des Leiterüberstands bei geschlossenen Crimphülsen entsprechend dem Querschnittsbereich.

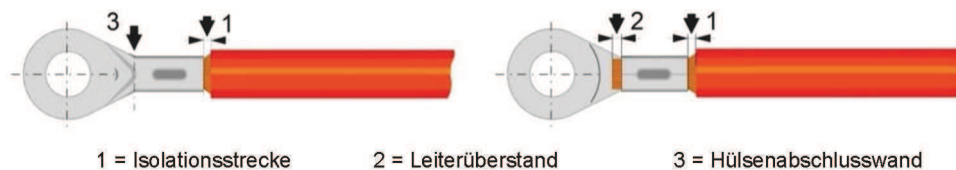


Bild 28 – Isolationsstrecke und Leiterüberstand

Tabelle 4 – Isolationsstrecke und Leiterüberstand an geschlossenen Crimphülsen

Querschnitt S mm ²	$S \leq 1,0$	$1 < S \leq 2,5$	$2,5 < S \leq 4$	$4 < S \leq 6$	$6 < S \leq 10$	$10 < S \leq 25^{1)}$
Isolationsstrecke mm	$\leq 0,5$	$\leq 1,0$	$\leq 1,5$	$\leq 2,0$	$\leq 3,0$	$\leq 3,5$
Leiterüberstand mm	$\leq 0,5$	$\leq 1,0$	$\leq 1,5$	$\leq 2,0$	$\leq 3,0$	$\leq 3,5$

¹⁾ Werte größer als 10 mm² dienen nur zu Referenzzwecken, da sie nicht in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen.

7.2.4 Sichtprüfung von Spleiß-Crimpverbindungen

Es müssen Proben vom Typ F verwendet werden.

Crimphülsen für Spleiße verfügen über keine Kontaktfläche. Crimphülsen für Spleiße sind entweder nichtisoliert oder vorisoliert erhältlich. Die Handhabung von mehreren Drähten erschwert das einwandfreie Crimpen.

Die Voraussetzungen nach 5.6 müssen beachtet werden. Dies gilt insbesondere für die Verhältnisse der Leiterdurchmesser nach 5.6.1.

Mögliche resultierende Fehler sind in Anhang A (informativ), Tabelle A.17, dargestellt.

Isolationsstrecke und Leiterüberstand für Spleiß-Crimpverbindungen können Tabelle 4 entnommen werden.

Die Anforderungen an die Abisolierung des Leiters müssen beachtet werden (siehe Tabelle 1).

7.2.5 Sichtprüfung von Crimpverbindungen an geschlossenen (gedrehten) Crimphülsen

Die für nachfolgende Prüfungen vorgesehenen Proben müssen verwendet werden.

Die Anforderungen an die Abisolierung der Leiter müssen beachtet werden (siehe Tabelle 1).

Die Sichtprüfung von Crimpverbindungen an geschlossenen (gedrehten) Crimphülsen (Vierdorn-Crimpen) muss nach den Festlegungen in Anhang A (informativ), Tabelle A.9, durchgeführt werden.

7.2.6 Sichtprüfung von Crimpverbindungen an offenen Crimphülsen (B-Crimp)

Die für nachfolgende Prüfungen vorgesehenen Proben müssen verwendet werden.

Die Anforderungen an die Abisolierung der Leiter müssen beachtet werden (siehe Tabelle 1).

Die Sichtprüfung von Crimpverbindungen an offenen Crimphülsen (B-Crimp) muss nach den Festlegungen in Anhang A (informativ), Tabelle A.10, durchgeführt werden.

7.2.7 Sichtprüfung von Crimpverbindungen mit offenen Crimphülsen mit Isolierungshalterung

Die Drahtisolierung verfügt aufgrund der verschiedenen eingesetzten Thermoplaste, Additive, Farbstoffe usw. über verschiedene mechanische und elektrische Eigenschaften.

Jeder Werkstoff (Isolierdicke, Härte, Farbstoff usw.) hat verschiedene Auswirkungen, die auch im Zusammenhang mit den Betriebsbedingungen (z. B. Temperatur, Luftfeuchte usw.) stehen.

Es ist bekannt, dass die Temperatur erheblichen Einfluss auf die Flexibilität der Drahtisolierung hat. Diese Prüfungen sollten unter normalen Laborbedingungen durchgeführt werden, sofern nicht anders in der entsprechenden Auslegungsspezifikation festgelegt.

Die Isolierungshalterung ist so gestaltet, dass sie die Drahtisolierung mechanisch in Position hält und Belastungen des Crimpbereichs der Crimpverbindungen verhindert, die während des bestimmungsgemäßen Gebrauchs auftreten können, wie Biegen oder Schwingen (durch Vibration) des Drahts, um Drahtbruch oder andere mechanische und elektrische Beschädigungen der Crimpverbindung zu verhindern. Die Isolierungshalterung bietet jedoch keine Zugentlastung.

Anforderungen:

- a) Halterung der Drahtisolierung bei jeweils mindestens 90°;
- b) kein Durchschneiden der Drahtisolierung;
- c) kein Quetschen oder Abtrennen der Drahtisolierung;
- d) kein Durchschneiden von Einzeldrahtdichtungen (SWS, en: single wire seals).

Bild 29 zeigt vier verschiedene Crimpbackenformen für Isolierungshalterungen offener Crimphülsen bzw. für den sogenannten (1) B-Crimp, (2) O-Crimp mit symmetrischem Überstand, (3) symmetrisch umschließenden O-Crimp und (4) eingerollten E-Crimp (Rollcrimp).

Für jede Form werden der Crimp-Amboss (oberer Teil) und der Crimp-Stempel (unterer Teil) für die Isolierungshalterung im Querschnitt vor Beginn der Verformung der Isolierungshalterung und die resultierende Form der Isolierungshalterung nach der Verformung dargestellt.

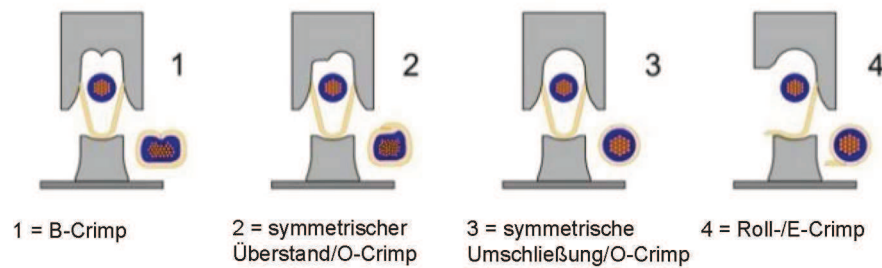


Bild 29 – Beispiele für Crimpbackenformen für Isolierungshalterungen

Bild 30 zeigt die perspektivische Ansicht (1, 2, 3) bzw. erneut die Querschnittsansicht (4) der entsprechenden Isolierungshalterungen aus Bild 31.

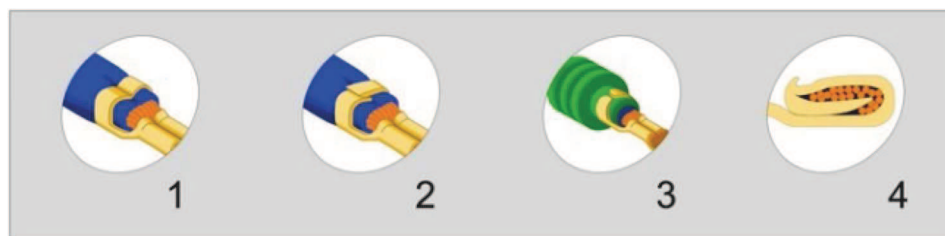


Bild 30 – Beispiele für Isolierungshalterungen

Anhang A (informativ), Tabelle A.6, zeigt Beispiele für die Position der Drahtisolierung in der Isolierungshalterung und den entsprechenden Zustand: „Gut“ (zulässig), „PID“ (noch zulässig, aber der Prozess muss angepasst werden) oder „Fehler“.

Eine erforderliche Sichtprüfung der Drähte (abgeschnitten, angekratzt, eingekerbt nach Tabelle 1) beim Abisolieren oder nach dem Crimpen wäre andernfalls nicht möglich.

Anhang A (informativ), Tabelle A.7, zeigt Beispiele für Isolierungshalterungen für B-Crimps, O-Crimps (asymmetrischer und symmetrischer Überstand und Umfassungscrimps), deren Zustand gut (zulässig) ist.

Anhang A (informativ), Tabelle A.8, zeigt Beispiele für Isolierungshalterungen für B-Crimps, O-Crimps (asymmetrischer und symmetrischer Überstand und Umfassungscrimps) mit dem Zustand „PID“ (noch zulässig, aber der Prozess sollte angepasst werden).

Wenn ein Fehler nicht ausgeschlossen werden kann, muss ein Mikroschliff erstellt und ausgewertet werden.

ANMERKUNG Wenn zwei Leiter in einem Crimp gecrimpt werden, ist der schwächere Leiter immer unten.

Die größeren oben liegenden Drähte verhindern eine Verformung/Beschädigung während des Crimpvorgangs aufgrund der von oben wirkenden Kraft.

Anhang A (informativ), Tabelle A.9, zeigt Beispiele für Isolierungshalterungen für B-Crimps, asymmetrischen und symmetrischen Überstand und O-Crimps (Umfassungscrimps), die als „Fehler“ eingestuft werden müssen.

Im Zweifelsfall muss ein Mikroschliff erstellt und ausgewertet werden.

7.3 Mechanische Prüfungen

7.3.1 Zugfestigkeit

Die Auszugskraft ist repräsentativ für die mechanische Festigkeit einer Crimpverbindung. Es handelt sich um die kontrolliert ausgeübte axiale Zugkraft, die zur Trennung des Drahts von der Crimphülse erforderlich ist. Sie ist abhängig von der besten Kombination der Folgenden:

- Crimphülse: Hülsentyp (offen oder geschlossen), Herstellungstechnik (maschinell gedreht aus einem Massivdraht/Stab oder geprägt und gewalzt aus Blech), Werkstoffe (Legierungstyp, Glühen oder Anlassen) und Oberflächenüberzüge;
- Draht: Größe, Einzeldrahtanordnung (Klasse nach IEC 60228), Werkstoff;
- Crimpwerkzeug: Dorn- oder Schmiedeform, Crimptiefe, geeignete Crimpbacken und Aufnahme oder Positionierstück des Crimpwerkzeugs, sofern anwendbar.

Für die Auszugskraft ist ein Mindestwert angegeben, mit dem die Sicherheitsanforderungen von Crimpverbindungen erfüllt werden.

PL-Anmerkung – Dies ist das Grundprinzip der Vereinheitlichung der Prüfanforderungen an die Zugfestigkeit in Ausgabe 2 dieser Norm mit Werten, die nahezu denen in IEC 61210 zu Flachsteckverbindungen entsprechen. In Ausgabe 1 gab es separate Anforderungen für geschlossene Crimphülsen (Bild 5, Kurve A) und offene Crimphülsen und vorisolierte Crimphülsen (Bild 5, Kurve B). Tatsächlich überschreiten die Werte der Auszugskraft erheblich die Sicherheitsanforderungen in IEC 60999-1:1999 und IEC 60999-2:2003, die – obwohl sie nicht explizit für Crimpverbindungen anwendbar sind – bei allen Verbindungstechniken, ob mit Schraube oder schraubenlos, für sicheren Halt des Drahts im Anschluss sorgen. Es wäre nicht falsch, sie auch für Crimpverbindungen als Mindest-Sicherheitsanforderungen anzunehmen.

Die Prüfung muss entsprechend IEC 60512-16-4, Prüfung 16d, durchgeführt werden.

Falls vom Hersteller der Crimphülsen (des Anschlusses) nicht anders festgelegt, sind die in Tabelle 5 angegebenen Mindestwerte für die Zugfestigkeit anwendbar.

Tabelle 5 – Auszugskraft von Crimpverbindungen

Leiterquerschnitt		Auszugskraft
mm ²	AWG ^a	N
0,05	30	6
0,08	28	11
0,12	26	15
0,14		18
0,22	24	28
0,25		32
0,32	22	40
0,34		42,5
0,37		46
0,5	20	60
0,75		85
0,82	18	90
1		108
1,3	16	135
1,5		150
2,1	14	200
2,5		230

Leiterquerschnitt		Auszugskraft
3,3	12	275
4		310
5,3	10	355
6		360
8,4	8	370
10		380
^a Nur zur Information.		

PL-Anmerkung: Die Fußnote mit der Angabe, dass die gleichen Auszugskraftwerte in IEC 61210 enthalten sind, ist ungenau: dort werden leicht unterschiedliche Werte vorgeschrieben. Daher ist es besser, diese Fußnote zu streichen, da bei den Auszugskraftanforderungen sowohl für metrische als auch AWG-Querschnittswerte einige Unterschiede vorliegen. Einige sind vernachlässigbar (nur 1 oder wenige Newton), einige sind relevant (bis hin zu möglichen Fehlern in IEC 61210, z. B. werden für 14 AWG hier 200 N angegeben, in IEC 61210, Tabelle D.11, sind 223 N erforderlich (+11,5 %), für 12 AWG werden hier 275 N angegeben, in IEC 61210, Tabelle D.11, 311 N (+13,1 %).

Die Mindestanforderung für die Auszugskraft für Leiter, deren Querschnitt nicht in Tabelle 5 enthalten ist, kann durch Interpolation erhalten werden.

Für eine detailliertere, anwendungsorientierte Festlegung der Auszugskraft auf Grundlage der Art von verwendeter Crimphülse und verwendetem Draht, die z. B. bei der Prozessüberwachung hilfreich ist, kann nach Vereinbarung zwischen Crimphülshersteller und Anwender Anhang A (informativ) verwendet werden, in dem in A.7.3 Auszugskraftwerte auf Grundlage der Einteilung nach Endprodukt in 5.1 angegeben sind.

ANMERKUNG Bei bestimmten Crimphülstypen stellen höhere Auszugskraftwerte ihre minimale Leistungsfähigkeit dar. Die Umweltrandbedingungen, die bei einer Crimpverbindung bei bestimmten Endanwendungen wahrscheinlich auftreten, erfordern unter Umständen die Verwendung bestimmter Crimphülstypen mit höherer Widerstandsfähigkeit gegen mechanische und/oder thermische Beanspruchungen wie z. B. starke Schwingungen und Stoß und/oder hohe Stromlasten, um einem Kurzschluss standzuhalten.

7.3.2 Mikroschliff

ANMERKUNG Obgleich es sich bei dieser Prüfung im Wesentlichen um eine computergestützte/optisch gestützte Sichtprüfung handelt, ist sie verbunden mit der Auswertung von und Suche nach der optimalen Crimphöhe, die zur optimalen Auszugskraft führt, und die Vorbereitung von Mikroschliffen erfordert mechanische Vorgänge. Einzelheiten sind daher im Unterabschnitt *Mechanische Prüfungen* angegeben.

Für die weitere Mikroschliffherstellung müssen 3 Proben vom Typ A (bei Spleißen Proben vom Typ H), die nur für eine Drahtgröße geeignet sind, oder, wenn für eine Crimphülse ein Drahtgrößenbereich (Querschnitt) festgelegt ist, 2-mal 3 Proben vom Typ A (bei Spleißen Proben vom Typ H) mit dem kleinsten und größten Querschnitt des Bereichs vorbereitet werden. Für die Vorbereitung dieser Proben muss die kürzeste Drahtlänge verwendet werden, z. B. 100 mm oder weniger.

Jede Crimpverbindung, von der ein Mikroschliff erstellt werden soll, darf in einem gering exothermen Harz montiert werden, das ohne äußere Anwendung von Druck geformt werden kann.

Die Mikroschliffebene muss im richtigen Bereich angeordnet werden, d. h. senkrecht zur Achse des Drahts und in dem Bereich, in dem die Crimpverbindung gepresster ist, üblicherweise in der Mitte der Crimpbackengrundfläche.

Der Mikroschliff der Crimpverbindung (Probe) muss mit Hilfe von Siliziumcarbidpapier in entsprechenden Sorten abgeschliffen werden, um den Mittelteil der Verbindung freizulegen. Dieser Schliff muss dann mit schrittweise feinerer Diamantpaste poliert werden.

ANMERKUNG ISO 1463 mit dessen Anhang A und Anhang B darf als Leitdokument für die Vorbereitung von Mikroschliffen verwendet werden.

Zur Unterstützung der mikroskopischen Prüfung muss der polierte Mikroschliff ganz leicht mit einem zulässigen chemischen Reagenz geätzt werden, das für die Zusammensetzung der gecrimpten Werkstoffe geeignet ist.

Die geschliffenen Proben müssen im polierten und im geätzten Zustand mit geeigneten Geräten wie einem Metallmikroskop mit einer mindestens 10-fachen bis 400-fachen Vergrößerung einer Sichtprüfung unterzogen werden.

Die Anforderungen an zulässige Verbindungen sind unten angegeben. Beim Gesamt-Prüfprogramm müssen jedoch in jedem Fall mechanische, elektrische und klimatische Prüfungen durchgeführt werden. Beim Grund-Prüfprogramm dürfen elektrische und klimatische Prüfungen entfallen.

- Alle Einzeldrähte (oder der Massivleiter) müssen eine Verformung des runden Querschnitts aufweisen und die Luftspalte müssen geringfügig sein (weniger als 10 % der Gesamtfläche des verformten Leiterquerschnitts).
- Die Verformung des Durchmessers eines runden Massivleiters oder die Verformung des umschreibenden Durchmessers eines Litzenleiters, einschließlich der Verformung der Durchmesser jener Einzeldrähte, die in direktem Kontakt mit den ID-Flanken sind, muss klar erkennbar sein.
- Die verformte Crimphülse darf keine sichtbaren Schäden aufweisen, die durch das Crimpen entstanden sind: Die Crimphülse muss gleichmäßig verformt sein und die verformte Hülse sowie deren Oberflächenüberzug dürfen keine Vertiefungen oder Brüche aufweisen.
- Alle Mikroschliffe müssen frei von Verunreinigungen sein.

Anhang A (informativ), A.8, zeigt Einzelheiten zu und Beispiele für Folgende:

- Mikroschliffbild-Erstellung (A.8.1);
- Mikroschliff-Terminologie (A.8.3);
- Mikroschliff-Beispiele für offene Crimphülsen (B-Crimp) (Bild A.27);
- geschlossene Crimphülsen (Rohr- und Ringkabelschuhe) (Bild A.28);
- gedrehte geschlossene Crimphülse (Vierdorn-Crimp) (Bild A.29);
- geschlossene Crimphülse (Hex-Crimp) (Bild A.30);
- geprägte geschlossene Crimphülse (nichtisoliert oder vorisoliert) (Bild A.31);
- Hohlraumverhältnis (Porositätsverhältnis) P_R von Crimpverbindungen in Mikroschliffen (A.8.4);
- Crimpverformungsverhältnis C_R (A.8.5);
- Verhältnis Crimphöhe zu Crimpbreite (A.8.6) und
- Anforderungen an B-Crimpverbindungen (A.8.7).

A.8.8., Tabelle A.16, zeigt den Zustand von Beispielmikroschliffen von verschiedenen Typen von Crimpverbindung als Leitlinie für Abnahmekriterien.

7.3.3 Isolierungshalterung

Die Prüfung muss entsprechend IEC 60512-16-8, Prüfung 16h, durchgeführt werden.

Für diese Prüfung müssen Proben vom Typ C verwendet werden.

Anzahl der 2
Zyklen:

Anzuwendende niedrigste erforderliche Zugkraft, um den Draht mit dem Wickeldorn in Kontakt zu bringen.
Zugkraft:

7.3.4 Biegeprüfung (nichtisolierte Crimphülsen mit Isolierhalterung)

Als alternatives Verfahren für die Verifizierung der Wirksamkeit der Isolierungshalterung bei nichtisolierten Crimphülsen kann eine Biegeprüfung durchgeführt werden.

Für diese Prüfung müssen Proben vom Typ A verwendet werden.

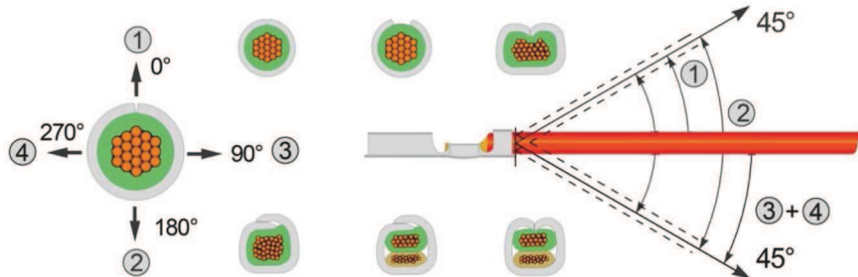


Bild 31 – Biegeprüfung von Crimpverbindungen mit nichtisolierten Crimphülsen

Anzahl der 2 mit jeweils 4 Biegewinkeln
Zyklen:

Anzuwendende niedrigste erforderliche Kraft, um den Draht in den erforderlichen Winkel zu biegen.

Kraft:

- Anforderungen nach der Prüfung:
- die Drahtisolierung darf nicht aus der Isolierungshalterung herausgezogen sein;
 - die Position der Drahtisolierung nach der Prüfung muss der Position vor der Prüfung entsprechen;
 - die Drahtisolierung darf nicht gerissen oder ein-/abgeschnitten sein;
 - die Isolierungshalterungsflanken dürfen nicht verändert/verformt sein. Sie müssen die gleiche Form haben wie vor der Prüfung;
 - keiner der Einzeldrähte darf beschädigt oder abgerissen sein.

7.3.5 Biegeprüfung (vorisolierte Crimphülsen mit Isolierhalterung)

Als alternatives Verfahren für die Verifizierung der Wirksamkeit der Isolierungshalterung bei vorisolierten Crimphülsen mit Isolierungshalterung kann eine Biegeprüfung durchgeführt werden.

Für diese Prüfung müssen Proben vom Typ A verwendet werden.

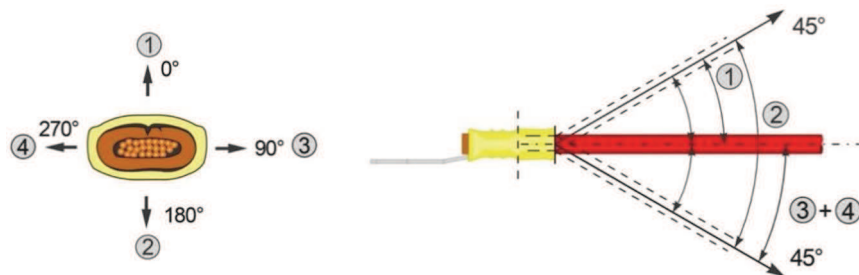


Bild 32 – Biegeprüfung von Crimpverbindungen mit vorisolierten Crimphülsen

Anzahl der 2 mit jeweils 4 Biegewinkeln
Zyklen:

Anzuwendende niedrigste erforderliche Kraft, um den Draht in den erforderlichen Winkel zu biegen.

Kraft:

E DIN EN IEC 60352-2:2023-03

- Anforderungen nach der Prüfung:
- die Drahtisolierung darf nicht aus der Isolierungshalterung herausgezogen sein;
 - die Position der Drahtisolierung nach der Prüfung muss der Position vor der Prüfung entsprechen;
 - die Drahtisolierung darf nicht gerissen oder ein-/abgeschnitten sein;
 - die Isolierungshalterungshülse aus Kunststoff darf nicht verändert/verformt (gerissen) sein;
 - das Ende der Drahtisolierung darf während des Biegens und danach nicht in der Kunststoffhülse des Isolierungshalterungsbereichs sichtbar sein;
 - keiner der Einzeldrähte darf beschädigt oder abgerissen sein.

7.3.6 Biegeprüfung an Spleiß-Crimpverbindungen

Für diese Prüfung müssen Proben vom Typ H verwendet werden.



1 = Befestigung, 30 mm hinter dem Ende der Crimphülse

Bild 33 – Biegeprüfung an Spleiß-Crimpverbindungen

Anzahl der Zyklen 2 mit jeweils 1 Biegewinkel

Anzuwendende Kraft niedrigste erforderliche Kraft, um den Draht in den erforderlichen Winkel zu biegen.

- Anforderungen nach der Prüfung:
- der Leiter darf nicht aus der Spleißhülse herausgezogen sein;
 - die Position des Leiters nach der Prüfung muss der Position vor der Prüfung entsprechen;
 - der Leiter darf nicht gerissen oder ein-/abgeschnitten sein;

7.3.7 Schwingprüfung

Diese Prüfung ist in der Bauart-(Produkt-)Spezifikation festgelegt, wenn Crimpverbindungen für bewegliche Einsätze vorgesehen sind und externe mechanische Einflüsse zu einer Verschlechterung der Crimpeigenschaften führen können.

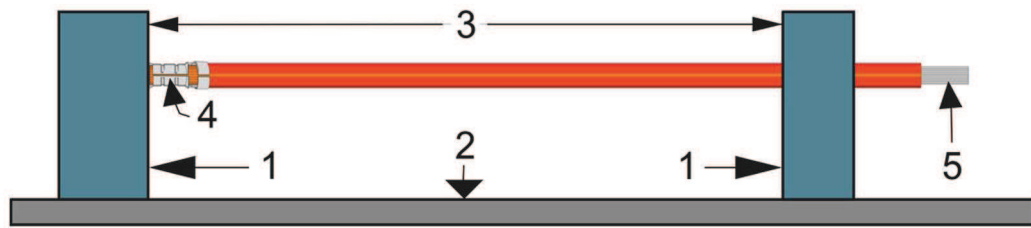
Für diese Prüfung müssen Proben vom Typ E (bei Spleiß-Crimpverbindungen vom Typ G) verwendet werden.

Die Prüfung muss zusammen mit IEC 60512-6-4, Prüfung 6d, und IEC 60068-2-6, Prüfung Fc, durchgeführt werden.

Während der Prüfung muss eine Messung der Kontaktstörungen nach IEC 60512-2-5, Prüfung 2e, durchgeführt werden. Sofern es in der Bauart-(Produkt-)Spezifikation nicht anders festgelegt ist, darf die Dauer der Kontaktstörung max. 1 µs betragen.

Prüfzyklen vorzugsweise 4, 20 oder 100 je Achse.

Prüfzeiten vorzugsweise 10 min, 30 min, 90 min oder 10 h je Achse.



1 = Befestigung 2 = Schwingtisch 3 = Länge: 50 mm 4 = Messpunkt A (Crimpverbindung) 5 = Messpunkt B

Bild 34 – Anordnung für die Schwingprüfung

Tabelle 6 – Schwingen, Vorzugsprüfschärfen

Frequenzbereich	10 Hz bis 55 Hz	10 Hz bis 500 Hz	10 Hz bis 2 000 Hz
Übergangsfrequenz	–	57 Hz bis 62 Hz	57 Hz bis 62 Hz
Auslenkungsamplitude unterhalb der Übergangsfrequenz	0,35 mm	0,35 mm	1,5 mm
Beschleunigungsamplitude oberhalb der Übergangsfrequenz	–	50 m/s ² (5 g)	200 m/s ² (20 g)
Richtungen	3 Achsen	3 Achsen	3 Achsen
Anzahl der Frequenzzyklen je Richtung	5	5	5

Die anzuwendende Prüfschärfe muss in der Bauart-(Produkt-)Spezifikation festgelegt werden.

7.4 Elektrische Prüfungen

7.4.1 Durchgangswiderstand

Die Prüfung muss entweder nach IEC 60512-2-1, Prüfung 2a, oder nach IEC 60512-2-2, Prüfung 2b durchgeführt werden, je nach Angabe der Bauart-(Produkt-)Spezifikation.

Die geeignete Prüfanordnung ist in Bild 35 dargestellt.



Legende

1 = abisolierte und verzinnzte Drahtenden

3 = Durchgangswiderstand von Messpunkt A zu Messpunkt B

2 = Kabellänge: 100 mm

Bild 35 – Prüfanordnung für die Messung des Durchgangswiderstands

$$R_C = R_{AB} - R_{CD}$$

Bild 36 – Gleichung für den Durchgangswiderstand einer Crimpverbindung

R_C ist hier der Durchgangswiderstand einer Crimpverbindung. Als Referenz für die Berechnung ist ein identischer Draht mit der gleichen Länge nach Bild 35 erforderlich.

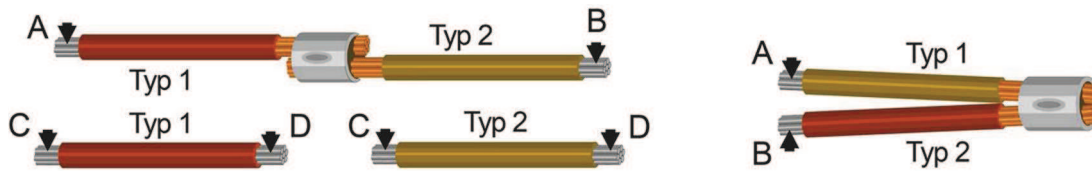


Bild 37 – Messung des Durchgangswiderstands von Spleiß-Crimpverbindungen

Die Referenzdrähte müssen vom gleichen Typ sein.

Die Drahtenden sind abisoliert und tauchverzinnt.

Der Durchgangswiderstand einer Spleiß-Crimpverbindung wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$R_C = R_{AB} - 2 \times R_{CD}$$

Bild 38 – Gleichung für den Durchgangswiderstand einer Spleiß-Crimpverbindung

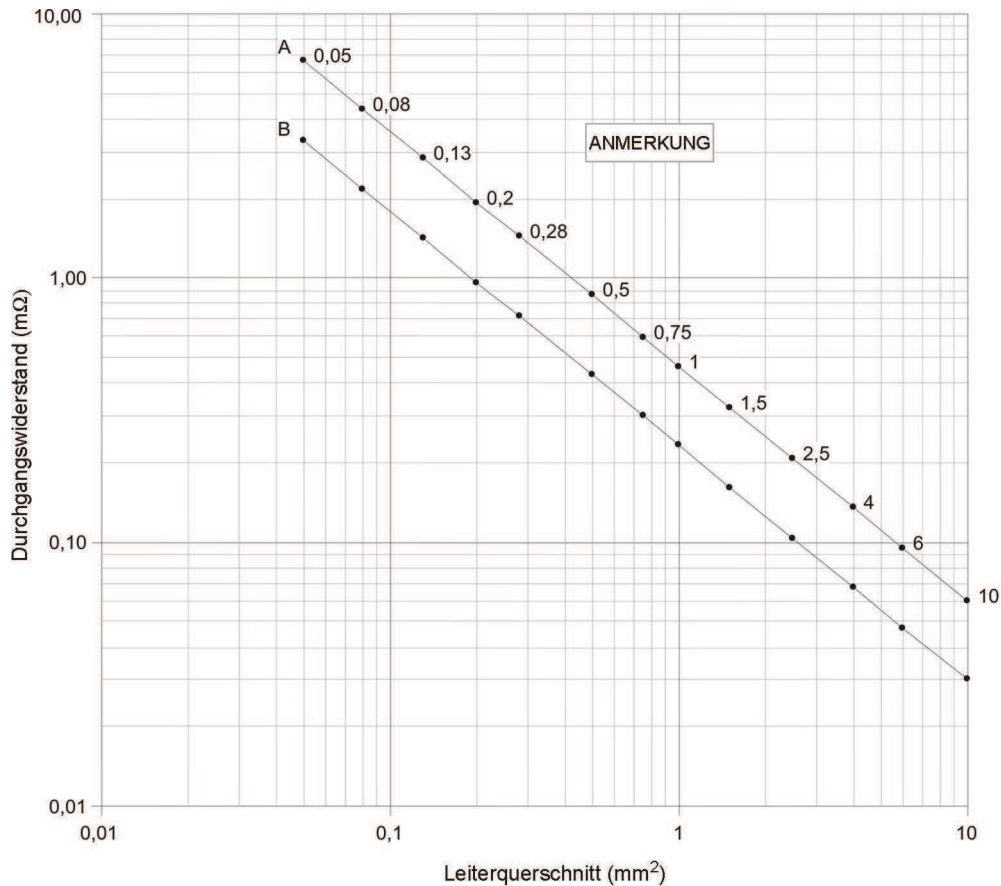
R_C ist hier der Durchgangswiderstand einer Spleiß-Crimpverbindung. Als Referenz für die Berechnung sind identische Drähte mit der gleichen Länge nach Bild 37 erforderlich.

Messpunkt B muss so nah wie möglich am Drahtende in der Crimphülse liegen, aber ohne bei offenen Crimphülsen das Drahtende zu berühren.

Um zuverlässige und vergleichbare Prüfergebnisse zu erzielen, ist ein guter Kontakt mit allen Einzeldrähten an den Messpunkten erforderlich. Bei Anordnung des Messpunkts D in einem ausreichend großen Abstand zur Crimpverbindung dürfen alle Mittel zur Sicherstellung des notwendigen guten Kontakts zu allen Einzeldrähten eingesetzt werden.

Es muss eine geeignete Prüfeinrichtung verwendet werden, um guten Kontakt an allen Messpunkten sicherzustellen. Die Prüfeinrichtung muss ermöglichen, dass sich die Messpunkte in den vorbestimmten festen Abständen befinden. Bei Verwendung von Messschneiden müssen diese ausreichend gerundet sein, um eine Beschädigung der Einzeldrähte zu vermeiden.

Wenn IEC 60512-2-2, Prüfung 2b, angewendet wird, muss der Prüfstrom 1 A je mm² Leiterquerschnitt betragen. Die Anwendungsdauer des Prüfstroms muss ausreichend kurz sein, um ein Aufheizen der Proben zu verhindern.



Kurve A: Durchgangswiderstand, maximale Anfangswerte.

Kurve B: Maximale Widerstands-Zunahmewerte nach elektrischer oder klimatischer Beanspruchung.

ANMERKUNG Die Zahlen geben die spezifischen Leiterquerschnitte in mm² an.

Die Linien für den maximalen Anfangswert für den Durchgangswiderstand (A) und die maximalen Widerstands-Änderungswerte nach elektrischer oder klimatischer Beanspruchung (B) basieren auf den folgenden Gleichungen. Diese Gleichungen dürfen anstelle des Diagramms in Bild 6 verwendet werden, um den maximal zulässigen Anfangswert des Durchgangswiderstands und die Zunahme der Widerstandswerte nach der Beanspruchung zu ermitteln.

$$A = 0,4596 \times C^{-0,8843}$$

$$B = A/2$$

Dabei ist

- A der maximal zulässige Anfangswert des Durchgangswiderstands in Milliohm (mΩ);
- B die maximal zulässige Erhöhung des Durchgangswiderstands in Milliohm (mΩ);
- C der Drahtquerschnitt in mm².

Bild 39 – Durchgangswiderstand R_c von Crimpverbindungen mit Crimphülsen und Leitern aus Kupfer ($K = 1$)

Bei Nennquerschnitten von bis zu 2,5 mm² errechnet sich der anzuwendende und aus Bild 36 ersichtliche Leiterquerschnitt aus der Anzahl der Einzeldrähte und dem Nenn Durchmesser eines Einzeldrahts. Bei höheren Werten muss der Nennquerschnitt des Leiters angewendet werden.

Die in Bild 39 dargestellten maximalen Anfangswerte für den Durchgangswiderstand (Kurve A) und die maximalen Widerstands-Änderungswerte (Kurve B) sind nur auf Crimpverbindungen anwendbar, deren Crimphülsen 5.3 und deren Leiter 5.4 entsprechen und deren $K = 1$ ist.

Für andere Crimphülsen-Werkstoffe als Kupfer müssen die Werte der beiden Kurven A und B mit dem Faktor „ K “ multipliziert werden. Dabei ist

$$K = \frac{\text{resistivity of material used}}{\text{resistivity of copper}}$$

Tabelle 7 enthält Werte für den spezifischen Widerstand und K für andere Werkstoffe.

Tabelle 7 – Beispiele für andere Werkstoffe

Werkstoff	Spezifischer Widerstand $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$	$K^{1)}$
Kupfer, weicheglüht, 100 % Cu	0,017 2	1
Kupfer-Zink-Legierungen (Messing)	0,030 bis 0,061	1,74 bis 3,55
Messing, z. B. 70 % Cu, 30 % Zn	0,061	3,55
Kupfer-Zinn-Legierungen (Bronze)	0,083 bis 0,15	4,83 bis 8,72
Phosphorbronze, z. B. Cu93,5Sn6P0,5	0,11	6,40
Gold (Au), Oberflächenüberzug	0,022	1,279
Silber (Ag), Oberflächenüberzug	0,015 9	0,92
Nickel (Ni), Oberflächenüberzug	0,069 3	4,03
Konstantan (Cu55Ni44Mn1)	0,50	29,07
Aluminium (Al)	0,026 5	1,540 7
Zinn (Sn), Oberflächenüberzug	0,109	6,337
¹⁾ $K = 1/\% \text{IACS}$, dabei ist $\% \text{IACS}$ = Prozent der Leitfähigkeit nach dem International Annealed Copper Standard nach IEC 60028:1925.		

Der maximal zuverlässige Widerstands-Änderungswert muss dem gemessenen Anfangswert hinzugerechnet werden, nicht dem zulässigen Anfangsgrenzwert, d. h. der maximal zulässige Durchgangswiderstand nach Beanspruchung ergibt sich aus dem gemessenen Anfangswert plus der maximal zulässigen Änderung nach Kurve B in Bild 6, erforderlichenfalls angepasst mit dem Faktor „ K “.

ANMERKUNG Crimpverbindungen mit mehr als einem Draht siehe A.5.2. Weitere Angaben zu Drähten können entnommen werden aus IEC 60189-3.

Detailliertere Berechnungsbeispiele sind in Anhang A (informativ), A.11, angegeben.

7.4.2 Spannungsfestigkeit (Crimpverbindungen mit vorisolierten Crimphülsen)

Die Prüfung muss entsprechend IEC 60512-4-3, Prüfung 4c, durchgeführt werden.

Prüfspannung: 1 500 V_{eff} , 45 Hz bis 60 Hz, wenn zwischen Hersteller und Anwender nicht anders vereinbart.

7.4.3 Prüfung der Strombelastbarkeit mit Temperaturerhöhung

Diese Prüfung muss nach IEC 60512-5-2, Prüfung 5b, durchgeführt werden, sofern in der Bauteil- (Produkt-)Spezifikation gefordert.

Für diese Prüfung müssen Proben vom Typ E (bei Crimphülsen für Spleiße vom Typ G) verwendet werden.

Bild 38 zeigt den Prüfaufbau für die Messung der Temperaturerhöhung unter Strombelastung.

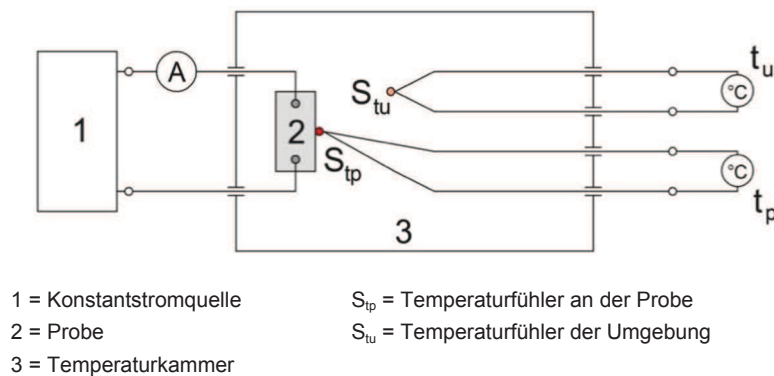


Bild 38 – Prüfaufbau für Messungen der Temperaturerhöhung unter Stromlast

Prüfbedingungen:

- zur Bestimmung des Mittelwerts müssen mindestens 3 Proben für 3 Messungen verwendet werden;
- Prüfspannung: Wechselstrom (je nach Typ) mit einer Frequenz von 50 Hz bis 60 Hz oder Gleichstrom mit Rückwärtsstrom;
- Intervall zwischen Messungen: max. 5 min, bis Temperaturerhöhung ≤ 2 K;
- Bestimmung der Raumtemperatur t_r ;
- Endtemperatur t_e = Raumtemperatur t_r + 30 K [sofern nicht anders in der Bauart-(Produkt-)Spezifikation angegeben];
- Aufrechterhalten der Endtemperatur für 1 h;
- maximal zulässiger Betriebsstrom $I_b = I(t_e) \times 0,8$ (Derating).

$$I_b = I(t_e) \times 0,8$$

$$t_e = t_r + 30 \text{ K}$$

Bild 90 – Gleichung für das Derating

Die Drahtlänge L der Proben muss abhängig vom Leiterquerschnitt nach Tabelle 8 angepasst werden.

Tabelle 8 – Drahtlänge L in Abhängigkeit des Leiterquerschnitts S

Querschnitt S	Drahtlänge L
mm ²	mm
$S \leq 0,5$	200
$0,5 < S \leq 5$	500
$S > 5$	1 400

Bild 39 zeigt ein Beispiel für den Prüfaufbau für Messungen der Strombelastbarkeit (Derating-Kurve) an einer Kontaktverbindung von offenen Crimphülsen.

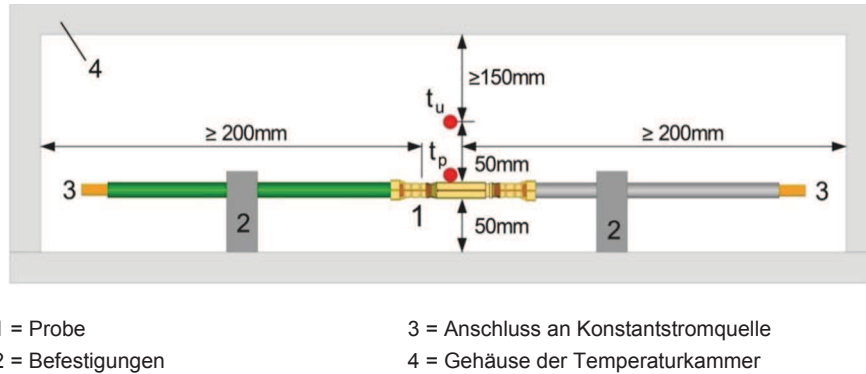


Bild 39 – Temperaturkammer mit Belüftungsöffnung für Messungen der Strombelastbarkeit

7.5 Klimatische Prüfungen

7.5.1 Allgemeines

Sofern nicht anders in der Bauart-(Produkt-)Spezifikation festgelegt, müssen in den folgenden Prüfungen die folgende obere und untere Grenztemperatur angewendet werden:

obere +125 °C (bei verzinnnten Crimphülsen +100 °C);
Grenztemperatur:

untere -55 °C
Grenztemperatur:

ANMERKUNG Die Werte, die der oberen und unteren Grenztemperatur oben zugewiesen sind, zusammen mit der Anzahl der Zyklen der unten in 7.4.4 festgelegten Prüfung *feuchte Wärme, zyklisch* (6 Zyklen), die – beruhend auf der Äquivalenz nach IEC 60068-2-61:1991, 8.2.5 – 56 Tage einer *Prüfung mit feuchter Wärme, konstant*, entsprechen, erfordern die Zuweisung der Klimakategorie 55/125/56 (55/100/56 bei verzinnnten Crimphülsen).

7.5.2 Rascher Temperaturwechsel

Die Prüfung muss entsprechend IEC 60512-11-4, Prüfung 11d, durchgeführt werden.

Mit dieser Prüfung ist nicht beabsichtigt, die Eigenschaften der Isolierhülle des Drahts oder der Außenisolierung von vorisolierten Crimphülsen zu untersuchen. Es müssen Drähte mit geeigneter Isolierhülle verwendet werden.

Folgende Einzelangaben müssen angewendet werden:

Untere T_A untere Grenztemperatur
Temperatur:

Obere T_B obere Grenztemperatur
Temperatur:

Verweildauer: t_1 30 min

Anzahl der 5
Zyklen:

7.5.3 Trockene Wärme

Die Prüfung muss entsprechend IEC 60512, Prüfung 11i, durchgeführt werden.

Mit dieser Prüfung ist nicht beabsichtigt, die Eigenschaften der Isolierhülle des Drahts zu untersuchen.

Folgende Einzelangaben müssen angewendet werden:

Prüftemperatur: *obere Grenztemperatur*

Prüfdauer: 96 h

7.5.4 Klimafolge

Die Prüfung muss entsprechend IEC 60512-11-1, Prüfung 11a, durchgeführt werden.

Die Prüfung muss unter Verwendung von Proben vom Typ E (bei Spleißen vom Typ G) durchgeführt werden.

Mit dieser Prüfung ist nicht beabsichtigt, die Eigenschaften der Isolierhülle des Drahts oder der Außenisolierung von vorisolierten Crimphülsen zu untersuchen. Es müssen Drähte mit geeigneter Isolierhülle verwendet werden.

ANMERKUNG IEC 60512-11-1, Prüfung 11a, umfasst nacheinander die Durchführung der folgenden klimatischen Prüfungen als Konditionierung:

- trockene Wärme (IEC 60512-11-9, Prüfung 11i);
- feuchte Wärme, zyklisch (IEC 60512-11-12, Prüfung 11m), erster Zyklus;
- Kälte (IEC 60512-11-10, Prüfung 11j);
- feuchte Wärme, zyklisch, restliche Zyklen.

Folgende Einzelangaben müssen angewendet werden:

- Trockene Wärme

Prüftemperatur: *obere Grenztemperatur*

- Feuchte Wärme, zyklisch:

obere +55 °C

Prüftemperatur:

Anzahl der 1

Zyklen (erster

Zyklus):

Variante 1 oder 2 (aus IEC 60068-2-30) muss in der Bauteil-(Produkt-)Spezifikation festgelegt werden

- Kälte:

Prüftemperatur: *untere Grenztemperatur*

- Feuchte Wärme, zyklisch:

obere +55 °C

Prüftemperatur:

Anzahl 5

der Zyklen

(restliche

Zyklen):

gleiche Variante wie oben

ANMERKUNG Wenn in der Bauteil-(Produkt-)Spezifikation eine Klimakategorie zugewiesen ist, deren dritter Ziffernblock für die Anzahl Tage der *Prüfung mit feuchter Wärme, konstant* 21 statt 56 lautet, würde die Anzahl der restlichen durchzuführenden Zyklen beruhend auf der Äquivalenz nach IEC 60068-2-61:1991, 8.2.5, 1 betragen.

7.5.5 Strombelastung, zyklisch

Die Prüfung muss entsprechend IEC 60512-9-5, Prüfung 9e, durchgeführt werden.

Die Prüfung muss unter Verwendung von Proben vom Typ E (bei Spleißen vom Typ G) durchgeführt werden (siehe 8.1.4).

Sofern nicht anders in der Bauteil-(Produkt-)Spezifikation festgelegt, dürfen die Proben in Reihe geschaltet werden, so dass alle Proben gleichzeitig belastet werden. Wenn eine Reihenschaltung angewendet wird und die Gestaltung der Proben es zulässt, dürfen doppelseitige Proben eingesetzt werden. In diesem Fall muss der Draht zwischen zwei Proben so lang sein, dass thermische Unabhängigkeit zwischen in Reihe geschalteten Proben erreicht wird (mindestens 150 mm). Diese Länge muss abhängig von der entsprechenden thermischen Masse der Proben und der festgelegten Leiter angepasst werden.

Um Wärmeableitungen zu vermeiden, muss die Reihe der Proben an den Drähten gehalten werden, und die Haltevorrichtungen sollten aus Isoliermaterial mit niedriger Wärmeleitfähigkeit bestehen. Wenn die Masse der Anschlüsse so groß ist, dass eine zusätzliche Unterstützung notwendig wird, müssen die Haltevorrichtungen dafür ebenfalls aus Isoliermaterial mit niedriger Wärmeleitfähigkeit bestehen.

ANMERKUNG Wenn die zu prüfende Crimpverbindung integraler Bestandteil eines Bauelements ist, sollte sichergestellt werden, dass vom Bauteil aus kein Einfluss auf die Prüfergebnisse erfolgt (z. B. Wärmeableitung).

Beispiele werden in Bild 40 gezeigt.

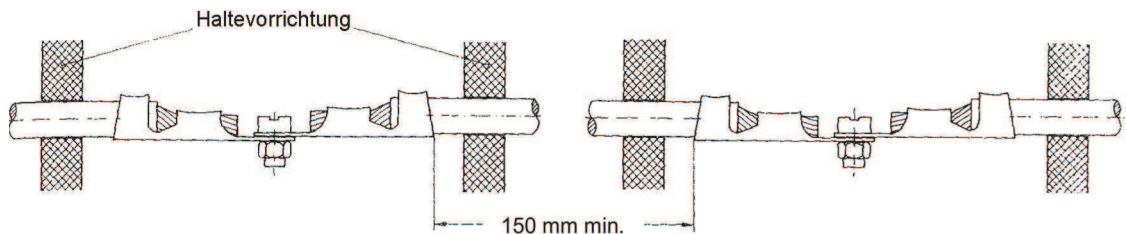


Bild 40a – Beispiel für Crimphülsen mit Kabelschuhen

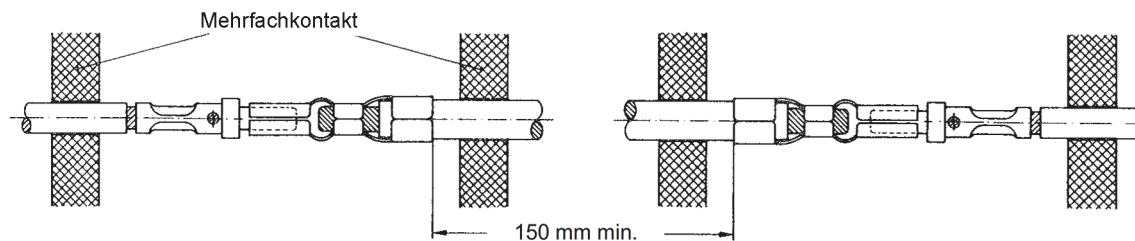


Bild 40b – Beispiel für Crimphülsen mit abtrennbaren Kontakten

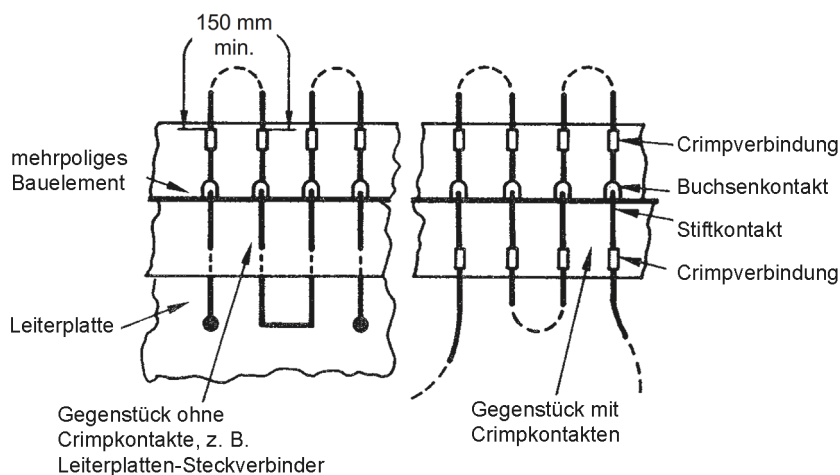


Bild 40c – Beispiel für Crimpverbindungen an Kontakten eines mehrpoligen Bauelements (z. B. Anschlussstreifen oder Steckverbinder)

Bild 40 – Beispiele für Prüfanordnungen