

DIN EN 60352-3



ICS 31.220.10

Einsprüche bis 2018-10-03
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 60352-3:1995-05

Entwurf

**Lötfreie elektrische Verbindungen –
Teil 3: Lötfreie zugängliche Schneidklemmverbindungen –
Allgemeine Anforderungen, Prüfverfahren und Anwendungshinweise
(IEC 48B/2632/CD:2018);
Text Deutsch und Englisch**

Solderless connections –
Part 3: Solderless accessible insulation displacement connections –
General requirements, test methods and practical guidance
(IEC 48B/2632/CD:2018);
Text in German and English

Connexions sans soudure –
Partie 3: Connexions autodénudantes accessibles sans soudure –
Règles générales, méthodes d'essai et guide pratique
(IEC 48B/2632/CD:2018);
Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-08-03 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, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt 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 61 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Verarbeitung	10
5 Voraussetzungen für das Grund-Prüfprogramm	10
5.1 Voraussetzungen für ID-Klemmen	10
5.1.1 Werkstoffe der ID-Klemmen	10
5.1.2 Maße der ID-Klemmen	11
5.1.3 Oberflächenbehandlungen der ID-Klemmen	11
5.1.4 Gestaltungsmerkmale der ID-Klemmen	11
5.2 Voraussetzungen für Drähte und Leiter	11
5.2.1 Drähte und Leiter	11
5.2.2 Isolierhülle des Drahts	12
5.3 Zugängliche Schneidklemmverbindungen (ID-Verbindungen)	12
6 Prüfen	12
6.1 Einführung	12
6.2 Allgemeines	12
6.3 Allgemeine Prüfbedingungen	12
6.4 Vorbehandlung	13
6.5 Nachbehandlung	13
6.6 Montage der Prüflinge	13
7 Typprüfungen	13
7.1 Allgemeine Untersuchungen	13
7.2 Mechanische Prüfungen	13
7.2.1 Auszugskraft in Schrägrichtung	13
7.2.2 Bewegung des Drahtes	14
7.2.3 Schwingen	15
7.2.4 Wiederholtes Be- und Entschalten, wiederverwendbare zugängliche ID-Klemmen	16
7.3 Elektrische Prüfungen	17
7.3.1 Durchgangswiderstand	17
7.3.2 Elektrische Belastung bei hoher Temperatur	18
7.4 Klimatische Prüfungen	18
7.4.1 Rascher Temperaturwechsel	18
7.4.2 Klimafolge	18
7.4.3 Korrosion, Industrielatmosphäre	18
7.4.4 Feuchte Wärme, zyklisch	19

	Seite
8 Prüfprogramme	19
8.1 Allgemeines	19
8.1.1 Wenn ID-Verbindungen zu prüfen sind, deren Klemmen für einen Bereich von Drahtdurchmessern ausgelegt sind, so sind die Prüfungen folgendermaßen durchzuführen:	19
8.1.2 Bei der Prüfung von mehrpoligen Bauelementen ist die vorgeschriebene Anzahl von Prüflingen (ID-Verbindungen) gleichmäßig über mehrere Bauelemente zu verteilen.	19
8.2 Grund-Prüfprogramm	20
8.2.1 Anfangsprüfung	20
8.2.2 Prüfung von zugänglichen ID-Verbindungen	20
8.3 Gesamt-Prüfprogramm	21
8.3.1 Anfangsprüfung	21
8.3.2 Prüfung von zugänglichen ID-Verbindungen	21
8.4 Flussdiagramme	23
9 Strombelastbarkeit	26
10 Angaben zu Werkzeugen	26
10.1 Drahteindrückwerkzeug	26
10.2 Drahtausziehwerkzeug	26
10.3 Kombinationswerkzeug	26
11 Angaben zu Schneidklemmen	26
11.1 Gestaltungsmerkmale	26
11.2 Werkstoffe	26
11.3 Oberflächenbehandlungen	27
12 Angaben zu Drähten	27
12.1 Art	27
12.2 Maße	27
12.3 Oberflächenbehandlungen	27
12.4 Isolierhülle	27
13 Angaben zu Verbindungen	27
Anhang A (informativ) Anwendungsbeispiele	29
A.1 Beispiele für gute ID-Verbindungen oder negative Ergebnisse	29
A.2 Beispiele für gute schräge Schliffbilder oder negative Ergebnisse	30
Bilder	
Bild 1 – Beispiele einer zugänglichen und einer nichtzugänglichen Schneidklemmverbindung	6
Bild 2 – Schneidklemmverbindung	8
Bild 3 – Schlitz	9
Bild 4 – ID-Flanken	10
Bild 5 – Prüfanordnung, Ausziehkraft in Schrägrichtung	14
Bild 6 – Prüfanordnung, Bewegung des Drahtes	15
Bild 7 – Prüfanordnung, Schwingen	16

	Seite
Bild 8 – Prüfanordnung, Durchgangswiderstand	17
Bild 9 – Grund-Prüfprogramm (siehe 8.2)	24
Bild 10 – Gesamt-Prüfprogramm (siehe 8.3)	25
Bild 11 – Beispiel einer ID-Klemme für eine einzelne Verbindung mit rundem Massivleiter	28
Bild 12 – Beispiele für gute ID-Verbindungen oder negative Ergebnisse	29
Bild 13 – Fehlerhafte ID-Verbindung: beschädigte Kontakte	29
Bild 14 – Fehlerhafte ID-Verbindung: beschädigte Kontakte (Fortsetzung)	29
Bild 15 – Anforderungen für offene ID-Verbindungen	30
Bild 16 – Fehlerhafte ID-Verbindung: beschädigter Draht	30
Bild 17 – ID-Verbindung: Lage des Drahtes	30
Bild 18 – ID-Verbindung: schräges Schliffbild	30
 Tabellen	
Tabelle 1 – Mindestausziehkraft in Schrägrichtung	14
Tabelle 2 – Schwingen, Vorzugsprüfschärfen	16
Tabelle 3 – Durchgangswiderstand zugänglicher ID-Verbindungen, maximal zugelassene Werte	17
Tabelle 4 – Anzahl der erforderlichen Prüflinge	19
Tabelle 5 – Beurteilungsprüfprogramm – Prüfgruppe 1	20
Tabelle 6 – Beurteilungsprüfprogramm – Prüfgruppe 2	20
Tabelle 7 – Beurteilungsprüfprogramm – Prüfgruppe 3	21
Tabelle 8 – Beurteilungsprüfprogramm – Prüfgruppe A	22
Tabelle 9 – Beurteilungsprüfprogramm – Prüfgruppe B	22
Tabelle 10 – Beurteilungsprüfprogramm – Prüfgruppe C	22
Tabelle 11 – Beurteilungsprüfprogramm – Prüfgruppe D	23
Tabelle 12 – Beurteilungsprüfprogramm – Prüfgruppe E	23

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 48B/2632/CD:2018 „Solderless connections – Part 3: Solderless accessible insulation displacement 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 SC 48B „Connectors“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die 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 K 651 „Steckverbinder“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, 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 60352-3:1995-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Begriffe überarbeitet.
- b) Anhang A „Anwendungsbeispiele“ ergänzt.

Lötfreie elektrische Verbindungen – Teil 3: Lötfreie zugängliche Schneidklemmverbindungen – Allgemeine Anforderungen, Prüfverfahren und Anwendungshinweise

Einleitung

Zu lötfreien Schneidklemmverbindungen sind die folgende zwei Teile von IEC 60352 verfügbar:

- Teil 3: Lötfreie zugängliche Schneidklemmverbindungen – Allgemeine Anforderungen, Prüfverfahren und Anwendungshinweise;
- Teil 4: Lötfreie nichtzugängliche Schneidklemmverbindungen – Allgemeine Anforderungen, Prüfverfahren und Anwendungshinweise;

ANMERKUNG In dieser Norm wird der englische Begriff „Insulation Displacement“ abgekürzt mit „ID“, z. B. „ID-Verbindung“, „ID-Klemme“.

Teil 3 enthält Anforderungen und relevante Prüfungen (normativ) sowie Anwendungshinweise in Anhang A (informativ) für zugängliche Schneidklemmverbindungen.

Zwei Prüfprogramme sind vorgesehen:

- das **Grund-Prüfprogramm** für Schneidklemmverbindungen, die alle Anforderungen von Abschnitt 5 dieser Norm erfüllen. Es beruht auf Erfahrungen aus erfolgreichen Anwendungen solcher Verbindungen;
- das **Gesamt-Prüfprogramm** für Schneidklemmverbindungen, die nicht alle Voraussetzungen des Abschnitts 5 vollständig erfüllen. Es ist für solche Verbindungen vorgesehen, die z. B. mit Werkstoffen oder Oberflächenbehandlungen hergestellt sind, die durch Abschnitt 5 nicht abgedeckt sind.

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

Eine Eignung der zugänglichen Schneidklemmverbindung ist dann gegeben, wenn die festgelegten Anforderungen und Prüfungen für alle Faktoren gelten, die bei der Herstellung von geeigneten ID-Verbindungen verwendet werden, d. h.

- die **ID-Klemme**, die Teil eines einpoligen oder mehrpoligen Steckverbinders sein darf;
- der **Draht** (bzw. Drahtbereich), für den der Anschluss geeignet ist;
- die **Geräte und Ausrüstungen**, die gegebenenfalls erforderlich sind, um diese Art lötfreier Verbindung herzustellen.

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

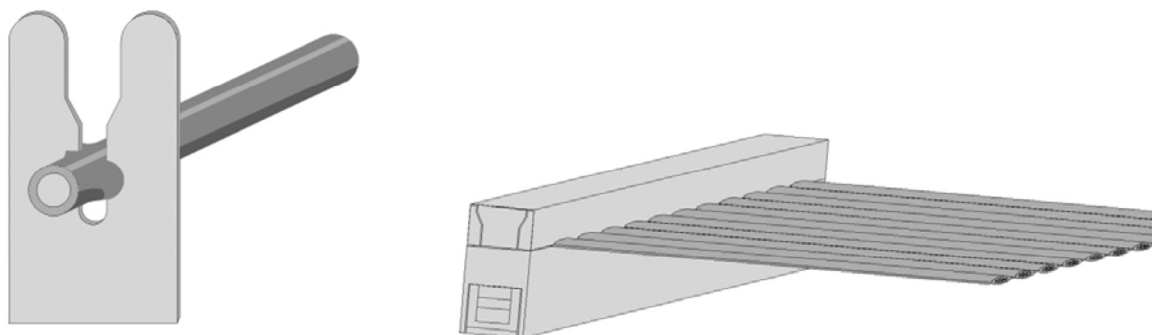


Bild 1 – Beispiele einer zugänglichen und einer nichtzugänglichen Schneidklemmverbindung

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 60352 gilt für ID-Verbindungen, die für Messungen und Prüfungen in Übereinstimmung mit den Abschnitten 6 bis 8 zugänglich sind und die hergestellt sind mit:

- geeigneten ID-Klemmen;
- Drähten mit runden Massivleitern von 0,25 mm bis 3,6 mm Nenndurchmesser;
- Drahtlitzleiter mit einem Querschnitt von 0,05 mm² bis 10 mm²;

für die Anwendung in Elektro- und Elektronikgeräten und Bauteilen. Neben den Prüfverfahren sind Angaben über Werkstoffe und Daten aus der industriellen Erfahrung enthalten, damit elektrisch stabile Verbindungen unter vorgeschriebenen Umweltbedingungen hergestellt werden können.

Zweck

Die Eignung von lötfreien zugänglichen ID-Verbindungen soll unter festgelegten mechanischen, elektrischen und klimatischen Bedingungen bestimmt werden.

Für ID-Klemmen werden unterschiedliche Ausführungsformen und Werkstoffe verwendet. Deshalb werden für die Klemme nur grundlegende Angaben gemacht, während die Funktionsanforderungen an den Draht und an die fertige Verbindung in allen Einzelheiten festgelegt sind.

Vergleichbare Prüfergebnisse sollen erzielt werden, wenn ID-Verbindungen mit Werkzeugen hergestellt werden, die unterschiedlicher Ausführung oder Herstellung sind.

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, *International Electrotechnical Vocabulary Part 581: Electromechanical components for electronic equipment*

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

IEC 60068-2-60, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ke: Corrosion tests in artificial atmosphere at very low concentration of polluting gas(es)*

IEC 60352-4, *Solderless connections – Part 4: non-accessible insulation displacement connections – General requirements, tests methods and practical guidance (under consideration)*

IEC 60512-1, *Connectors for electronic equipment – Part 1: General.*

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

IEC 60512-2-2, *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 60512-2-5, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 2-5: Electrical continuity and contact resistance tests – Test 2e: Contact disturbance*

IEC 60512-4-1: *Connectors for electronic equipment – Test and measurements – Part 4: Voltage stress tests – Test 4a: Voltage proof*

IEC 60512-6-4, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 6-4: Dynamic stress tests – Test 6d: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60512-9-2, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 9-2: Endurance tests – Test 9b: Electrical load and temperature*

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

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

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

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

IEC 60228, *Conductors of insulated cables*

IEC 13602, *Copper and copper alloys – Drawn, round copper wire for the manufacture of electrical conductors*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

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

3.1

Leiter

Bauelement, das dazu bestimmt ist elektrischen Strom zu führen

3.2

Draht

flexibler, zylindrischer Leiter mit oder ohne Isolierhülle, dessen Länge im Vergleich zu seinen Querschnittsmaßen erheblich ist

3.3

Schneidklemmverbindung (ID-Verbindung)

lötfreie elektrische Verbindung, die durch Eindrücken eines einzelnen Drahtes in einen genau ausgeführten Schlitz in einer Klemme hergestellt ist, wobei die ID-Flanken die Isolierhülle verdrängen und den runden Massivleiter bzw. die Einzeldrähte eines Drahtlitzlenleiters verformen und damit eine gasdichte Verbindung herstellen

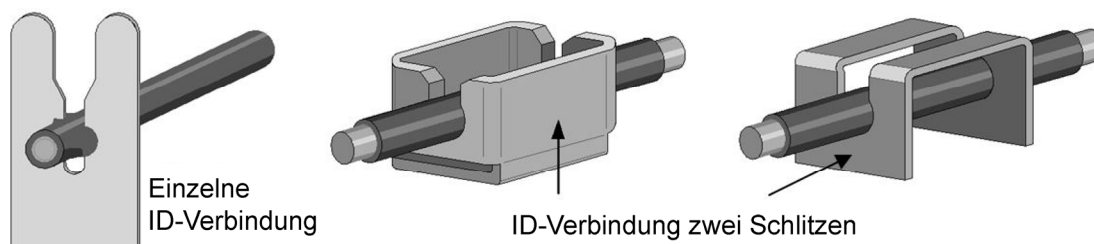


Bild 2 – Schneidklemmverbindung

3.3.1

zugängliche Schneidklemmverbindung (zugängliche ID-Verbindung)

ID-Verbindung, in der die Prüfpunkte für die Durchführung der mechanischen Prüfungen (z. B. der Ausziehprüfung) und der elektrischen Messungen (z. B. des Durchgangswiderstands) zugänglich sind ohne Außerfunktionssetzung von Ausführungsmerkmalen, die für die Herstellung und/oder die Aufrechterhaltung der ID-Verbindung vorgesehen sind

3.3.2

Nichtzugängliche Schneidklemmverbindung (nichtzugängliche ID-Verbindung)

(siehe IEC 60352-4)

ID-Verbindung, in der die Prüfpunkte für die Durchführung der mechanischen Prüfungen, wie z. B. der Ausziehprüfung, und teilweise der elektrischen Messungen (z. B. des Durchgangswiderstands) nichtzugänglich sind, wobei Ausführungsmerkmale, für die Herstellung und/oder die Aufrechterhaltung der ID-Verbindung vorgesehen sind, nicht außer Funktion gesetzt werden dürfen. Dies betrifft hauptsächlich in Bauelemente eingeschlossene ID-Verbindungen

3.4

Schneidklemme (ID-Klemme)

Anschlussstück, geeignet für die Aufnahme eines Drahtes zum Zweck der Herstellung einer ID-Verbindung

3.4.1

wiederverwendbare Schneidklemme (wiederverwendbare ID-Klemme)

ID-Klemme, die mehr als einmal beschaltet werden kann

3.4.2

nichtwiederverwendbare Schneidklemme (nichtwiederverwendbare ID-Klemme)

ID-Klemme, die nur einmal beschaltet werden kann

3.5

Schlitz

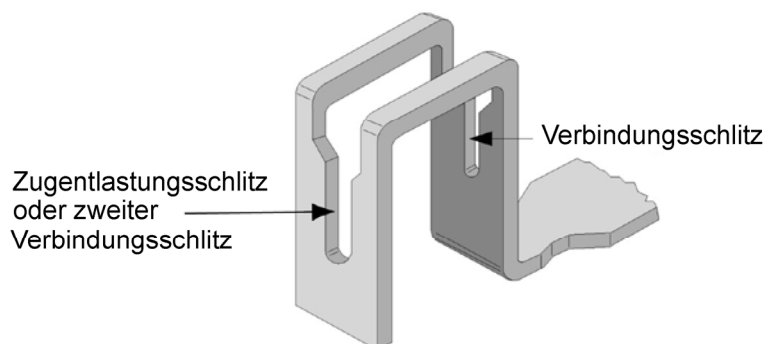


Bild 3 – Schlitz

3.5.1

Verbindungsschlitz

speziell geformte Öffnung in einer ID-Klemme, geeignet, die Isolierhülle eines Drahtes zu verdrängen und eine gasdichte Verbindung zwischen der Klemme und dem Leiter (den Leitern) des Drahtes sicherzustellen.

In bestimmten Fällen sorgt ein zweiter Verbindungsschlitz für eine Doppelverbindung

3.5.2

Zugenthaltungsschlitz

speziell geformte Öffnung in einer ID-Klemme, geeignet, eine Zugentlastung sicherzustellen

3.6

ID-Flanken

speziell geformtes metallisches Teil einer ID-Klemme beiderseits des Schlitzes

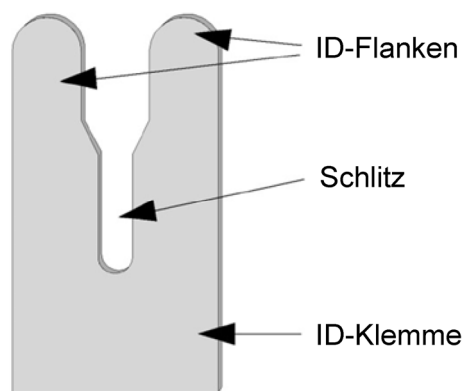


Bild 4 – ID-Flanken

3.7**scheinbarer Durchmesser (eines Drahtlitzlenleiters)**

umschreibender Durchmesser eines Bündels von Einzeldrähten

3.8**Drahteindrückwerkzeug**

manuell- oder kraftbetriebenes Werkzeug für die Herstellung einer ID-Verbindung durch gezieltes Eindrücken des Drahtes (der Drähte) bis zu einer vorbestimmten Lage im Schlitz (in den Schlitz)

3.9**Drahtausziehwerkzeug**

Einrichtung zum Entfernen des Drahtes (der Drähte) aus der ID-Klemme

4 Verarbeitung

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

Anhang A (informativ) liefert Anwendungshinweise und kann 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 können.

Der Hersteller hat eine Anleitung zum Aufbau der Verbindungen zur Verfügung zu stellen.

5 Voraussetzungen für das Grund-Prüfprogramm

ID-Verbindungen, die die folgenden, auf den Erfahrungen aus industriellen Anwendungen beruhenden Voraussetzungen erfüllen, sind in Übereinstimmung mit dem Grund-Prüfprogramm zu bewerten. Verbindungen, die diese Voraussetzungen nicht erfüllen, sind in Übereinstimmung mit dem Gesamt-Prüfprogramm zu bewerten.

5.1 Voraussetzungen für ID-Klemmen**5.1.1 Werkstoffe der ID-Klemmen**

Geeignete Kupferlegierungen, wie Kupfer-Zinn (Bronze) oder Kupfer-Zink (Messing) usw. sind zu verwenden.

ANMERKUNG Bei Verwendung von Kupfer-Zink sollte die Gefahr von Korrosionseffekten durch Beanspruchung beachtet werden.

5.1.2 Maße der ID-Klemmen

Die Qualität einer ID-Verbindung beruht auf den Maßen der ID-Klemme, speziell den Maßen des Schlitzes und der ID-Flanken, zusammen mit den Eigenschaften des verwendeten Werkstoffs. Die Maße müssen so gewählt sein, dass sie für den Draht oder den Drahtbereich geeignet sind, für den die ID-Klemme ausgelegt ist. Die Eignung wird durch die Anwendung des Prüfprogramms in den Abschnitten 6 bis 8 geprüft.

5.1.3 Oberflächenbehandlungen der ID-Klemmen

Die Kontaktfläche der Klemme muss verzinkt, versilbert, vergoldet bzw. mit Palladium oder einer Legierung davon beschichtet sein. Die Oberfläche muss frei von schädlichen Verunreinigungen oder Korrosion sein.

5.1.4 Gestaltungsmerkmale der ID-Klemmen

ID-Klemmen lassen sich bezüglich ihrer Wiederverwendungseigenschaften und bezüglich des beschaltbaren Drahtbereichs unterscheiden. Daraus ergeben sich folgende Typen:

- wiederverwendbare ID-Klemmen, ausgelegt für Mehrfachbeschaltung und für einen bestimmten Leiter-nenndurchmesser bzw. -querschnitt;
- wiederverwendbare ID-Klemmen, ausgelegt für Mehrfachbeschaltung und für einen bestimmten Bereich von Leiterdurchmessern bzw. -querschnitten;
- nichtwiederverwendbare ID-Klemmen, ausgelegt für Einmalbeschaltung und für einen bestimmten Leiter-nenndurchmesser bzw. -querschnitt;
- nichtwiederverwendbare ID-Klemmen, ausgelegt für Einmalbeschaltung und für einen bestimmten Bereich von Leiterdurchmessern bzw. -querschnitten.

Die Kanten der ID-Flanken müssen glatt und gratfrei sein, damit eine unbeabsichtigte Beschädigung der Leiter oder der Isolierhülle vermieden wird.

5.2 Voraussetzungen für Drähte und Leiter

5.2.1 Drähte und Leiter

Drähte mit runden Massivleitern oder Drahtlitzenerleiter mit 7 Einzeldrähten sind nach IEC 60228, Klasse 2, zu verwenden.

5.2.1.1 Werkstoffe der Leiter

Es ist weichgeglühtes Kupfer zu verwenden. Es muss über Bruchdehnung nach IEC 13602 verfügen.

5.2.1.2 Maße der Drähte und Leiter

Unterschiedliche Drahtbereiche sind anzuwenden:

- einzelne runde Massivleiter mit einem Durchmesser von 0,25 mm bis 1,4 mm (umgerechnet 0,049 mm² bis 1,5 mm²) oder
- Drahtlitzenerleiter mit nur 7 Einzeldrähten und einem Querschnitt von 0,075 mm² bis 1,5 mm².

5.2.1.3 Oberflächenbehandlungen der Leiter

Runde Massivleiter müssen blank, verzinkt oder versilbert sein. Drahtlitzenerleiter müssen blanke, verzinkte oder versilberte Einzeldrähte haben.

5.2.2 Isolierhülle des Drahts

Der anwendbare Außendurchmesser des beschaltbaren Drahts ist in der Bauartspezifikation der ID-Klemme festzulegen.

Der Isolierwerkstoff muss mit dem Isolierungsverdrängungsprozess vereinbar sein, d. h. der Isolierwerkstoff muss sich durch die inneren Kanten der ID-Flanken ohne Beschädigung des Leiters oder Einzelleiter vollständig verdrängen lassen. Bei Drahtlitzener Leitern muss die Isolierhülle zusätzlich geeignet sein, die Einzelleiter in ihrer Lage zu halten, damit sie während des Verbindungsprozesses nicht unzulässig verdrängt werden.

5.3 Zugängliche Schneidklemmverbindungen (ID-Verbindungen)

- a) Draht, Klemme und gegebenenfalls Verbindungswerkzeug müssen aufeinander abgestimmt sein.
- b) Beim Eindrücken des Drahtes in den Verbindungsschlitz der ID-Klemme müssen die inneren Kanten der ID-Flanken die Isolierhülle verdrängen. Dabei muss verformt werden:
 - der Durchmesser des einzelnen runden Massivleiters oder
 - der scheinbare Durchmesser eines Drahtlitzener Leiters und zusätzlich die Durchmesser jener Einzelleiter, die in Berührung mit den ID-Flanken sind, um eine gasdichte Verbindung herzustellen.
- c) Der Draht muss entsprechend den Festlegungen der Bauartspezifikation richtig im Verbindungsschlitz der ID-Klemme liegen. Es muss ein ausreichender Abstand zwischen der Klemme und dem Drahtende vorhanden sein. Der Minimalwert dieses Abstands wird durch den verwendeten Draht bestimmt und muss den Festlegungen der Bauartspezifikation entsprechen.
- d) Es darf nur ein Draht je Verbindungsschlitz angeschlossen werden.

6 Prüfen

6.1 Einführung

Wenn eine Klemme für die Aufnahme von mehr als einer ID-Verbindung ausgelegt ist, so ist jede Verbindung einzeln zu prüfen.

Falls eine Bauartspezifikation auf diese Norm verweist, müssen abweichende Prüfbedingungen aus der Bauartproduktspezifikation ebenfalls angewendet werden.

6.2 Allgemeines

Wie in der Einführung erläutert, gibt es zwei Prüfprogramme, die nach folgenden Bedingungen anzuwenden sind:

- ID-Verbindungen, die alle Voraussetzungen nach Abschnitt 5 erfüllen, sind nach 8.2 zu prüfen und müssen die dort angegebenen Anforderungen erfüllen.
- ID-Verbindungen, die nicht alle Voraussetzungen nach Abschnitt 5 vollständig erfüllen, die z. B. mit unterschiedlichen Drähten und/oder Klemmengrößen und/oder Werkstoffen ausgeführt sind, sind nach 8.3 zu prüfen und müssen die dort angegebenen Anforderungen erfüllen.

6.3 Allgemeine Prüfbedingungen

Soweit nicht anders festgelegt, sind alle Prüfungen unter den allgemeinen Prüfbedingungen nach IEC 60512-1 vorzunehmen.

Die Umgebungstemperatur und die relative Luftfeuchte, bei denen die Messungen durchgeführt werden, sind im Prüfbericht anzugeben.

Im Falle einer Meinungsverschiedenheit über die Prüfergebnisse ist die Prüfung bei einem der Schiedsbedingungen nach IEC 60068-1 zu wiederholen.

6.4 Vorbehandlung

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

6.5 Nachbehandlung

Falls vorgeschrieben, dürfen sich die Prüflinge nach der Beanspruchung innerhalb von 1 bis 2 Stunden unter den allgemeinen Prüfbedingungen erholen.

6.6 Montage der Prüflinge

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

7 Typprüfungen

7.1 Allgemeine Untersuchungen

Die Prüfungen sind in Übereinstimmung mit den Prüfungen 1a: Sichtprüfung der IEC 60512-1-1, und 1b: Maß- und Gewichtsprüfung der IEC 60512-1-2 auszuführen. Die Sichtprüfung kann mit bis zu 5-facher Vergrößerung durchgeführt werden.

Alle Teile sind zu untersuchen, um sicherzustellen, dass alle Voraussetzungen und Anforderungen der Abschnitte 5 und 6 erfüllt sind.

Beispiele für gute ID-Verbindungen oder negative Ergebnisse sind in Anhang A1 aufgeführt.

ANMERKUNG Für eine bessere Sichtprüfung ist ein schräges Schliffbild der ID-Verbindung ratsam. Zusätzlich können fortschrittlichere nichtzerstörende Inspektionsverfahren (z. B. CT-Scannen) eingesetzt werden. Beispiele für gute schräge Schliffbilder oder negative Ergebnisse sind in Anhang A2 aufgeführt.

7.2 Mechanische Prüfungen

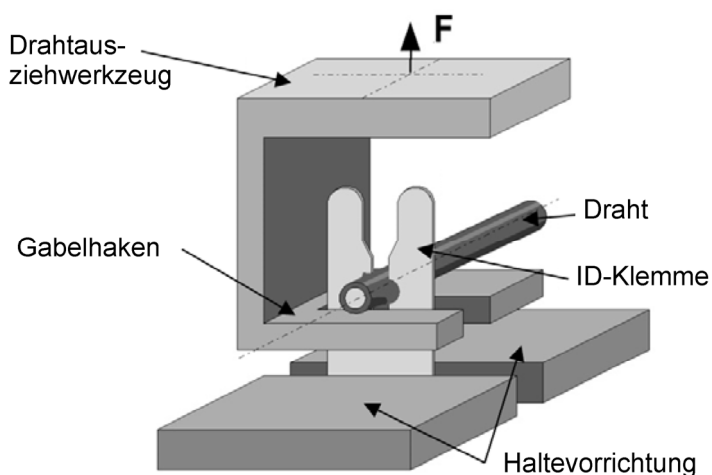
7.2.1 Ausziehungskraft in Schrägrichtung

Zweck dieser Prüfung ist es, die Kraft zu ermitteln, die erforderlich ist, den Draht im Verbindungsschlitz einer zugänglichen ID-Klemme in Längsrichtung zu bewegen.

Der Prüfling besteht aus einer ID-Klemme mit einem eingedrückten Draht. Bei Bedarf darf die Klemme vom Bauelement abgetrennt werden, vorausgesetzt, die ID-Verbindung ist nicht davon beeinflusst. Die ID-Klemme ist sicher zu befestigen.

Eine Kraft F wird derart auf den eingedrückten Draht ausgeübt, dass der Draht in Längsrichtung des Verbindungsschlitzes der Klemme bewegt wird. Die Kraft ist mittels einer geeigneten Vorrichtung auszuüben, z. B. einer Prüfgabel. Ein Beispiel für eine geeignete Prüfanordnung ist in Bild 5 angegeben. Die gesamte Luftstrecke zwischen der Klemme und der Prüfgabel darf nicht 50 % des Drahtdurchmessers überschreiten. Die Kraft ist durch ein geeignetes Mittel einzuleiten, z. B. eine Zugprüfmaschine. Der Kopf der Zugprüfmaschine muss sich gleichmäßig mit einer Geschwindigkeit zwischen 25 mm/min und 50 mm/min bewegen.

Der Prüfling muss so lange geprüft werden, bis sich der Draht im Verbindungsschlitz der ID-Klemme bewegt. Die Endbelastung ist zu messen.

**Bild 5 – Prüfanordnung, Ausziehungskraft in Schrägrichtung**

Anforderung:

Die gemessene Kraft darf nicht geringer als die in Tabelle 1 angegebenen Mindestwerte sein.

Tabelle 1 – Mindestausziehungskraft in Schrägrichtung

Massive Leiter, Nenndurchmesser mm	Drahtlitzenleiter, Nennquerschnitt mm ²	Mindestausziehungskraft in Schrägrichtung	
		Massivleiter N	Drahtlitzenleiter N
0,25 bis 0,32	0,05 bis 0,08	2	1
>0,32 bis 0,5	>0,08 bis 0,2	3	2
>0,5 bis 0,8	>0,2 bis 0,5	5	3
>0,8 bis 1,4	>0,5 bis 1,5	8	5
>1,4 bis 2,3	>1,5 bis 4,0	10	8
>2,3 bis 3,6	>4,0 bis 10,0	12	10

7.2.2 Bewegung des Drahtes

Zweck dieser Prüfung ist es, das Verhalten einer zugänglichen ID-Verbindung gegenüber der mechanischen Beanspruchung durch eine in vorgeschriebener Weise ausgeführte Bewegung des angeschlossenen Drahtes beurteilen zu können.

Der Prüfling besteht aus einer ID-Klemme mit einem eingedrückten Draht (siehe Bild 6).

Bei Bedarf darf die Klemme vom Bauelement abgetrennt werden, vorausgesetzt, die ID-Verbindung ist nicht davon beeinflusst.

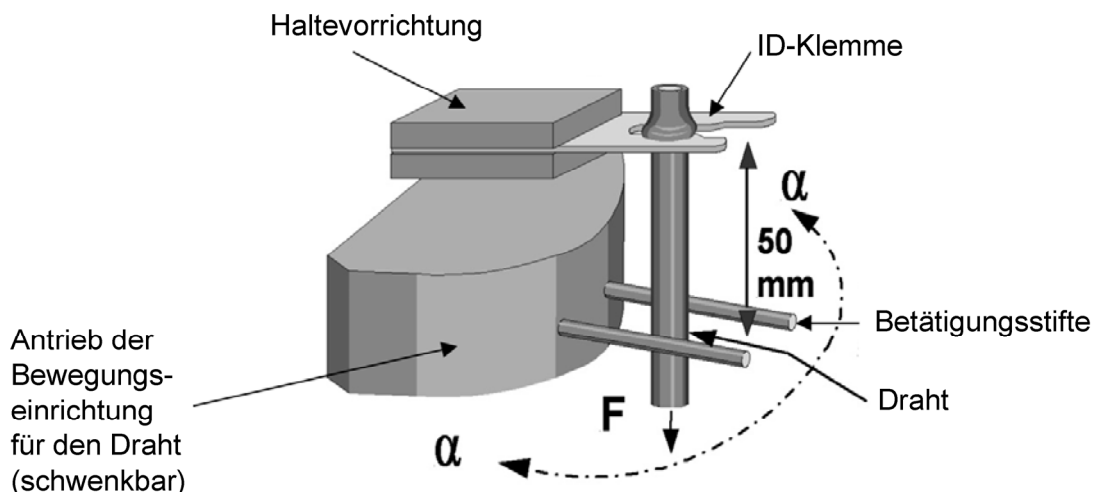


Bild 6 – Prüfanordnung, Bewegung des Drahtes

Der Prüfling ist sicher in einer Lage zu befestigen, in der der Draht in Richtung seiner Längsachse im Verbindungsschlitz hängt, wie in Bild 6 dargestellt. Eine Axialkraft F greift am freien Ende des Drahtes an, um ihn gerade zu halten. Der Wert dieser Kraft beträgt 5 % bis 10 % der Bruchfestigkeit des Drahtes.

Der Draht ist dann in beiden Richtungen von der Senkrechten auszulenken, was einem Prüfzyklus entspricht. Der Auslenkwinkel α beträgt 30° . Andere empfohlene Auslenkwinkel für Bauartspezifikationen sind 60° und 90° .

Die Bewegung des Drahtes ist mit Hilfe einer geeigneten Vorrichtung auszuführen, z. B. wie in Bild 6 dargestellt.

Kontaktstörungen sind während der Bewegungsprüfung zu überwachen in Übereinstimmung mit Prüfung 2e: Kontaktstörungen der IEC 60512-2-5.

Der Grenzwert für die Dauer von Kontaktstörungen beträgt 10 ms.

Die Zyklenzahl muss 10 betragen.

Nach der Prüfung darf die Klemme nicht beschädigt und der Leiter nicht gebrochen sein.

7.2.3 Schwingen

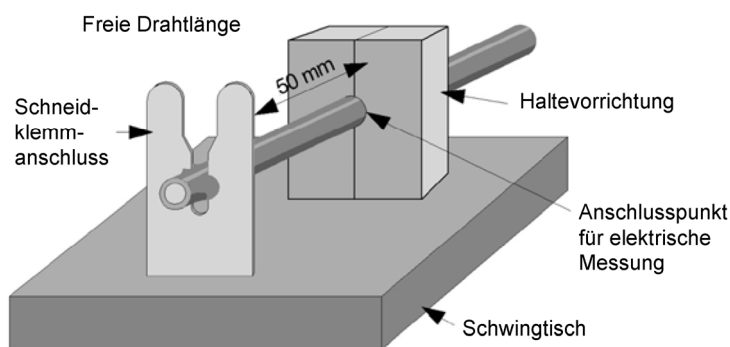
Die Prüfung ist in Übereinstimmung mit Prüfung 6d: Schwingen der IEC 60512-6-4 durchzuführen.

Die Prüflinge sind sicher auf einem Schwingtisch zu befestigen.

Ein Beispiel für eine geeignete Prüfanordnung für die Prüfung von zugänglichen ID-Verbindungen ist in Bild 7 dargestellt.

Kontaktstörungen sind während der Schwingprüfung zu überwachen in Übereinstimmung mit Prüfung 2e: Kontaktstörungen der IEC 60512-2-5.

Der Grenzwert für die Dauer von Kontaktstörungen beträgt 10 ms.

**Bild 7 – Prüfanordnung, Schwingen****Tabelle 2 – 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
Auslenkungsamplitude oberhalb der Übergangsfrequenz	–	50 m/s ² (5g)	200 m/s ² (20g)
Prüfachsen	3 Achsen	3 Achsen	3 Achsen
Anzahl der Frequenzzyklen je Richtung	5	5	5

Die anzuwendende Prüfschärfe ist in der Bauartspezifikation festzulegen.

7.2.4 Wiederholtes Be- und Entschalten, wiederverwendbare zugängliche ID-Klemmen

Zweck dieser Prüfung ist es, das Verhalten einer wiederverwendbaren zugänglichen ID-Klemme nach einer vorgeschriebenen Anzahl von Be- und Entschaltungen beurteilen zu können.

Ein festgelegter Draht ist in eine wiederverwendbare ID-Klemme auf eine festgelegte Weise einzudrücken. Anschließend ist der Draht in festgelegter Weise zu entfernen. Zusammen ergibt dies einen Prüfzyklus.

Der letzte einer vorgeschriebenen Anzahl von Prüfzyklen besteht nur aus dem Eindringen des Drahtes in die Klemme, d. h., nach Beendigung der vorgeschriebenen Anzahl von Prüfzyklen ist eine vollständige ID-Verbindung vorhanden.

Die vorgeschriebene Anzahl Prüfzyklen ist mit derselben wiederverwendbaren ID-Klemme durchzuführen.

Ein neues Drahtende oder ein neuer Draht des gleichen Typs ist für jeden Prüfzyklus zu verwenden.

Bei Klemmen, die für einen Bereich von Leiterdurchmessern geeignet sind, sind alle Prüfzyklen mit Ausnahme des letzten mit Drähten auszuführen, deren Leiterdurchmesser dem festgelegten Maximalwert entspricht. Der letzte Zyklus und die abschließenden Messungen sind mit dem in der Bauartspezifikation festgelegten kleinsten Leiterdurchmesser durchzuführen.

Prüfschärfe:

Der Leiterdurchmesser für den letzten Zyklus und die Anzahl der auszuführenden Zyklen sind in der Bauartspezifikation festzulegen. Vorzugswerte für die Anzahl der Prüfzyklen sind 4, 20 oder 100.

7.3 Elektrische Prüfungen

Die für die folgenden Prüfungen vorgeschriebenen oberen (UCT) und unteren (LCT) Grenztemperaturen sind in der Bauartspezifikation des Bauelements festzulegen.

7.3.1 Durchgangswiderstand

Die Prüfung des Durchgangswiderstands ist entweder entsprechend Prüfung 2a: Durchgangswiderstand, Millivoltmethode der IEC 60512-2-1, oder Prüfung 2b: Durchgangswiderstand mit vorgeschriebenem Strom, der IEC 60512-2-2, je nach Angabe in der Bauartspezifikation durchzuführen.

Eine geeignete Prüfanordnung, wie in Bild 8 gezeigt, muss verwendet werden.

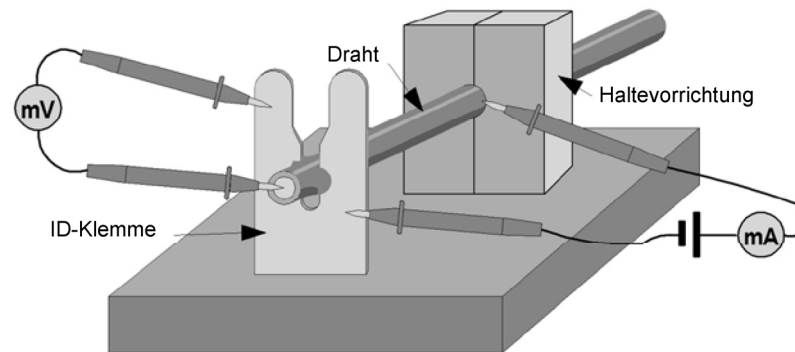


Bild 8 – Prüfanordnung, Durchgangswiderstand

Wenn Prüfung 2b der IEC 60512-2-2 angewendet wird, beträgt der Messstrom 1 A je mm² Leiterquerschnitt. Die Zeitspanne der Anwendung des Messstromes muss ausreichend kurz sein, um ein Aufheizen der Prüflinge zu verhindern.

Der maximal zulässige Widerstandsänderungswert ist dem gemessenen Anfangswert hinzuzurechnen, nicht dem zulässigen Anfangswert, d. h., der maximal zulässige Durchgangswiderstand nach Beanspruchung ergibt sich aus dem gemessenen Anfangswert plus der maximal zulässigen Änderung nach Tabelle 3.

Tabelle 3 – Durchgangswiderstand zugänglicher ID-Verbindungen, maximal zugelassene Werte

ID-Klemme	Leiter		Durchgangswiderstand, maximaler Anfangswert <i>mΩ</i>	Maximale Widerstands- Änderung nach mecha- nischer, elektrischer oder klimatischer Beanspruchung <i>mΩ</i>
mit Oberflächenbehandlung	runder Massivleiter	mit Oberflächenbehandlung	5	1
		blank	5	1
	Drahtlitzenleiter	mit Oberflächenbehandlung	5	2
		blank	5	5
blank	runder Massivleiter	mit Oberflächenbehandlung	5	1
		blank	5	1
	Drahtlitzenleiter	mit Oberflächenbehandlung	5	2
		blank	5	5

7.3.2 Elektrische Belastung bei hoher Temperatur

Die Prüfung ist in Übereinstimmung mit Prüfung 9b: Elektrische Belastung bei hoher Temperatur der IEC 60512-9-2 durchzuführen. Die folgenden Einzelangaben sind anzuwenden:

Obere Grenztemperatur: +100 °C (UCT)

Prüfdauer: 1 000 h

Der Prüfstrom ist der Bauartspezifikation zu entnehmen.

7.4 Klimatische Prüfungen

Die für die folgenden Prüfungen vorgeschriebenen oberen (UCT) und unteren (LCT) Grenztemperaturen sind in der Bauartspezifikation des Bauelements festzulegen.

7.4.1 Rascher Temperaturwechsel

Die Prüfung ist in Übereinstimmung mit Prüfung 11d: Rascher Temperaturwechsel der IEC 60512-11-4 durchzuführen. Die folgenden Einzelangaben sind anzuwenden:

Untere Temperatur: $T_A - 55\text{ °C}$ (LCT)

Obere Temperatur: $T_B + 100\text{ °C}$ (UCT)

Verweildauer: t_1 30 min

Anzahl der Zyklen: 5

7.4.2 Klimafolge

Die Prüfung ist in Übereinstimmung mit Prüfung 11a: Klimafolge der IEC 60512-11-1 durchzuführen. Die folgenden Einzelangaben sind anzuwenden:

- Trockene Wärme: Prüfung 11i von IEC 60512-11-9
 Prüftemperatur: +100 °C (UCT)
- Feuchte Wärme, zyklisch: Prüfung 11 m von IEC 60512-11-12
 Obere Prüftemperatur: + 55 °C
 Anzahl der Zyklen: 6
 Variante: 2
- Kälte: Prüfung 11j von IEC 60512-11-10
 Prüftemperatur: – 55 °C (LCT)¹

7.4.3 Korrosion, Industrieatmosphäre

Die Prüfung ist in Übereinstimmung mit Prüfung Ke, Methode 1: Mischgase von IEC 60068-2-60 TTD durchzuführen. Die folgenden Einzelangaben sind anzuwenden:

Prüfschärfe:

Konzentration SO₂: $(0,5 \pm 0,1) \cdot 10^{-6}(\text{vol/vol})$

Konzentration H₂S: $(0,1 \pm 0,02) \cdot 10^{-6}(\text{vol/vol})$

Temperatur: $(25 \pm 2) \text{ °C}$

Relative Luftfeuchte: $(75 \pm 3) \%$

Verweildauer: 10 Tage

7.4.4 Feuchte Wärme, zyklisch

Die Prüfung ist in Übereinstimmung mit Prüfung 11m: Feuchte Wärme, zyklisch der IEC 60512-11-12 durchzuführen. Die folgenden Einzelangaben sind anzuwenden:

Prüftemperatur: + 55 °C
Anzahl der Zyklen: 6
Variante: 2

8 Prüfprogramme

8.1 Allgemeines

Vor dem Prüfen sind Prüflinge anzufertigen. Jeder Prüfling besteht aus einer ID-Klemme mit einem eingedrückten Draht.

8.1.1 Wenn ID-Verbindungen zu prüfen sind, deren Klemmen für einen Bereich von Drahtdurchmessern ausgelegt sind, so sind die Prüfungen folgendermaßen durchzuführen:

- a) mit der in Tabelle 4 festgelegten Anzahl von Prüflingen, die mit dem kleinsten Leiterdurchmesser des Bereichs angefertigt worden sind;

und zusätzlich

- b) mit der in Tabelle 4 festgelegten Anzahl von Prüflingen, die mit dem größten Leiterdurchmesser des Bereichs angefertigt worden sind.

8.1.2 Bei der Prüfung von mehrpoligen Bauelementen ist die vorgeschriebene Anzahl von Prüflingen (ID-Verbindungen) gleichmäßig über mehrere Bauelemente zu verteilen.

Bevor die Prüflinge hergestellt werden, muss sichergestellt sein, dass:

- die richtigen Klemmen und Drähte verwendet werden;
- das richtige Drahteindrückwerkzeug verwendet wird;
- das Werkzeug richtig arbeitet;
- die Bedienungsperson in der Lage ist, ID-Verbindungen herzustellen, die die Voraussetzungen unter 5.3 erfüllen.

Tabelle 4 – Anzahl der erforderlichen Prüflinge

Prüfprogramm	Abschnitt	Erforderlich in allen Fällen, wenn wiederverwendbare und nichtwiederverwendbare ID-Klemmen zu prüfen sind	Zusätzlich erforderlich, wenn	
			wiederverwendbare ID-Klemmen zu prüfen sind	ID-Klemmen zu prüfen sind, die für einen Bereich von Drahtdurchmessern geeignet sind
Grund-Prüfprogramm, 8.2	8.2.2.1	20	—	20
	8.2.2.2	—	20	—
Gesamt-Prüfprogramm, 138.3	8.3.2.1.1	20	—	20
	138.3.2.1.2	20	—	20
	138.3.2.1.3	20	—	20
	138.3.2.1.4	20	—	20
	138.3.2.2	—	60	—