

	Verbindungsmaß – Elektrische Kupferleiter – Sicherheitsanforderungen für Schraubklemmstellen und schraubenlose Klemmstellen Teil 1: Allgemeine Anforderungen und besondere Anforderungen für Klemmstellen für Leiter von 0,2 mm ² bis einschließlich 35 mm ² (IEC 60999-1:1999) Deutsche Fassung EN 60999-1:2000	DIN EN 60999-1
VDE	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekannt gegeben worden.	Klassifikation VDE 0609 Teil 1

Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm IEC 60999-1

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet.

ICS 29.120.20

Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units
Part 1: General requirements and particular requirements for clamping units for conductors from 0,2 mm² up to 35 mm² (included)
(IEC 60999-1:1999);
German version EN 60999-1:2000

Ersatz für
DIN EN 60999
(VDE 0609 Teil 1):1994-04;
DIN 57609 Teil 1
(VDE 0609 Teil 1):1983-06
Siehe
Beginn der Gültigkeit

Dispositifs de connexion – Conducteurs électriques en cuivre – Prescriptions de sécurité pour organes de serrage à vis et sans vis
Partie 1: Prescriptions générales et particulières pour les organes de serrage pour les conducteurs de 0,2 mm² à 35 mm² (inclus)
(CEI 60999-1:1999);
Version allemande EN 60999-1:2000

Die Europäische Norm EN 60999-1:2000 hat den Status einer Deutschen Norm.

Beginn der Gültigkeit

Die EN 60999-1 wurde am 2000-01-01 angenommen.

Daneben dürfen DIN EN 60999 (VDE 0609 Teil 1):1994-04 und DIN 57609 Teil 1 (VDE 0609 Teil 1):1983-06 noch bis 2003-01-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 415.1 „Anforderungen an Klemmstellen und Klemmen (Niederspannung)“ der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE) zuständig.

Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN IEC 23F/86/CD (VDE 0609 Teil 1):1997-08.

Diese Norm gilt für Schraubklemmstellen mit einem Querschnitt bis einschließlich 35 mm². Für darüber liegende Querschnitte gibt es derzeit noch keine harmonisierte Norm. In der Übergangsfrist kann deshalb für Schraubklemmstellen zum Anschließen oder Verbinden von Kupferleitern > 35 mm² bis 240 mm² DIN 57609 Teil 1 (VDE 0609 Teil 1):1983-06 weiterhin angewendet werden.

Die in der Deutschen Fassung (Abschnitte 7.4 und 7.5) festgelegten Kennzeichnungen der Leiterarten bedeuten:

- | | | |
|------|---------------------|---------------|
| r: | rigid (englisch) | = starr |
| f: | flexible (englisch) | = flexibel |
| s: | stranded (englisch) | = mehrdrähtig |
| sol: | solid (englisch) | = eindrähtig |

Fortsetzung Seite 2
und 22 Seiten EN

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60999 (VDE 0609 Teil 1):1994-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Erweiterung des Anschlussquerschnitts auf 0,2 mm²;
- Auszugskraft für 0,5 mm² wurde auf 20 N reduziert;
- Tabelle der Auszugskräfte wurde auf die kleineren Querschnitte erweitert;
- Erweiterung der Drehmomenttabelle auf kleinere Schraubendurchmesser;
- Anpassung und Aktualisierung der Bilder.

Frühere Ausgaben

VDE 0607:1958-10

DIN 57607 (VDE 0607):1974-11

VDE 0609:1957-03

DIN 57609 (VDE 0609):1976-04

DIN 57609 Teil 1 (VDE 0609 Teil 1):1983-06

DIN EN 60999 (VDE 0609 Teil 1):1994-04

Nationaler Anhang NA

(informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
HD 383 S2:1986 HD 383 S2/A1:1989	IEC 60228:1978 A1:1993 IEC 60228A:1982	DIN VDE 0295 (VDE 0295):1992-06	VDE 0295
–	IEC 60344:1980 A1:1985	–	–
–	IEC 61545:1996	–	–
–	ISO 1456:1988	DIN 50021:1988-06 *) DIN 50967:1991-01 *)	–
–	ISO 2081:1986	DIN 50961:1987-06	–
–	ISO 2093:1986	–	–

*) nicht übereinstimmend

Nationaler Anhang NB

(informativ)

Literaturhinweise

DIN 50021, Sprühnebelprüfungen mit verschiedenen Natriumchlorid-Lösungen

DIN 50961, Galvanische Überzüge; Zink- und Cadmiumüberzüge auf Eisenwerkstoffen; Chromatierung der Zink- und Cadmiumüberzüge

DIN 50967, Galvanische Überzüge; Nickel-Chrom-Überzüge und Kupfer-Nickel-Chrom-Überzüge

DIN VDE 0295 (VDE 0295), Leiter für Kabel und isolierte Leitungen für Starkstromanlagen

**EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE**

EN 60999-1

März 2000

ICS

Deutsche Fassung

**Verbindungsmaßterial – Elektrische Kupferleiter – Sicherheitsanforderungen
für Schraubklemmstellen und schraubenlose Klemmstellen**

**Teil 1: Allgemeine Anforderungen und besondere Anforderungen für Klemmstellen
für Leiter von 0,2 mm² bis einschließlich 35 mm²
(IEC 60999-1:1999)**

Connecting devices – Electrical copper conductors –
Safety requirements for screw-type and screwless-
type clamping units
Part 1: General requirements and particular require-
ments for clamping units for conductors from 0,2 mm²
up to 35 mm² (included)
(IEC 60999-1:1999)

Dispositifs de connexion – Conducteurs électriques
en cuivre – Prescriptions de sécurité pour organes de
serrage à vis et sans vis
Partie 1: Prescriptions générales et particulières pour
les organes de serrage pour les conducteurs de
0,2 mm² à 35 mm² (inclus)
(CEI 60999-1:1999)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2000-01-01 angenommen.

Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu
erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm
ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibli-
ographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf
Anfrage erhältlich.

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

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien,
Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien,
Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien,
der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 23F/108/FDIS, zukünftige 2. Ausgabe von IEC 60999-1, ausgearbeitet von dem SC 23F „Connecting devices“ des IEC TC 23 „Electrical accessories“, wurde der IEC CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2000-01-01 als EN 60999-1 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 60999-1:1993 und deren Corrigendum März 1997.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2000-10-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2003-01-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norm-Inhalt.

Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm sind die Anhänge B, C und ZA normativ und ist Anhang A informativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60999-1:1999 wurde von CENELEC ohne irgendeine Änderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

- IEC 60998-2-3 ANMERKUNG Harmonisiert als EN 60998-2-3:1993 (nicht modifiziert).
IEC 60998-2-4 ANMERKUNG Harmonisiert als EN 60998-2-4:1993 (nicht modifiziert).
IEC 61210 ANMERKUNG Harmonisiert als EN 61210:1995 (modifiziert).

	Inhalt	Seite
1	Anwendungsbereich	4
2	Normative Verweisungen.....	4
3	Begriffe	4
4	Allgemeines	5
5	Allgemeine Anmerkungen zu den Prüfungen	5
6	Hauptmerkmale.....	6
7	Anschluss der Leiter	6
8	Konstruktive Anforderungen.....	8
9	Prüfungen	10
 Anhang A (informativ)	Angenäherte Beziehung zwischen Leiterdurchmessern in mm² und AWG-Größen	 19
Anhang B (normativ)	Bemessungs-Anschlussvermögen und zugeordnete Lehrdorne	20
Anhang C (normativ)	Ausführung von mehrdrähtigen Leitern	21
Anhang ZA (normativ)	Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	22

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60999 gilt für Schraubklemmstellen und schraubenlose Klemmstellen für Verbindungsmaßmaterial, entweder als Einzelteile oder Gerätebestandteile für den Anschluss elektrischer Kupferleiter (nach IEC 60228), starr (ein- und mehrdrähtig) und/oder flexibel, die einen Querschnitt von $0,2 \text{ mm}^2$ bis einschließlich 35 mm^2 und gleichwertige AWG-Querschnitte haben und eine Bemessungsspannung von 1 000 V AC mit einer Frequenz bis einschließlich 1 000 Hz und 1 500 V DC nicht überschreiten.

Er gilt für Klemmstellen, die in erster Linie für den Anschluss unvorbereiteter Leiter geeignet sind.

Diese Norm gilt nicht für Klemmstellen:

- a) für den Anschluss durch Crimpen oder Löten;
- b) für Datenverbindungen und Signalstromkreise;
- c) für Flachsteckverbindungen, Schneidklemmverbindungen und Drehklemmverbindungen nach IEC 61210 [3]¹⁾, IEC 60998-2-3 [1] und IEC 60998-2-4 [2].

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieses Teils von IEC 60999 sind. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nicht. Anwender dieser Internationalen Norm werden jedoch gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, die jeweils neuesten Ausgaben der nachfolgend angegebenen normativen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen normativen Dokuments. Mitglieder von ISO und IEC führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

IEC 60228:1978	<i>Conductors of insulated cables</i>
IEC 60228A:1982	<i>Conductors of insulated cables – First supplement</i>
IEC 60344:1980	<i>Guide to the calculation of resistance of plain and coated copper conductors of low-frequency cables and wires</i>
IEC 61545:1996	<i>Connecting devices – Devices for the connection of aluminium conductors in clamping units of any material and copper conductors in aluminium bodied clamping units</i>
ISO/DIS 1456	<i>Metallic coatings – Electrodeposited coatings of nickel plus chromium and of copper plus nickel plus chromium²⁾</i>
ISO 2081:1986	<i>Metallic coatings – Electroplated coatings of zinc on iron or steel</i>
ISO 2093:1986	<i>Electroplated coatings of tin – Specification and test methods</i>

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Teils von IEC 60999 treffen folgende Definitionen zu.

3.1 Klemmstelle bezeichnet den Teil (die Teile) einer Klemme, der (die) für die mechanische Klemmung und den elektrischen Anschluss des Leiters (der Leiter) notwendig ist (sind), einschließlich der Teile, die erforderlich sind, um den ordnungsgemäßen Kontaktdruck sicherzustellen.

3.2 Klemme bezeichnet den leitenden Teil eines Pols, bestehend aus einer oder mehreren Klemmstelle(n) und gegebenenfalls der Isolierung.

3.3 Verbindungsmaßmaterial bezeichnet ein Betriebsmittel für den elektrischen Anschluss eines (oder mehrerer) Leiter(s) und besteht aus einer (oder mehreren) Klemme(n). Es ist entweder auf einer Befestigungsauflage fixiert oder ist integrierter Bestandteil eines Gerätes.

3.4 Schraubklemmstelle bezeichnet eine Klemmstelle für das Anschließen und nachfolgende Lösen eines Leiters oder das Verbinden und nachfolgende Trennen von zwei oder mehreren Leitern, wobei der Anschluss direkt oder indirekt mittels beliebiger Schrauben oder Muttern hergestellt wird.

3.5 Buchsenklemmstelle bezeichnet eine Schraubklemmstelle, bei der der Leiter in eine Bohrung oder einen Hohlraum eingeführt wird, wo er unter den Schaft der Schraube oder Schrauben geklemmt wird. Der Kontaktdruck darf direkt durch den Schaft der Schraube ausgeübt oder durch ein Zwischenstück übertragen werden, auf das der Druck durch den Schraubenschaft ausgeübt wird.

ANMERKUNG Beispiele für Buchsenklemmstellen siehe Bild 2.

3.6 Kopfkontaktklemmstelle bezeichnet eine Schraubklemmstelle, bei der der Leiter unter den Kopf der Schraube geklemmt wird. Der Kontaktdruck darf direkt durch den Schraubenkopf oder durch ein Zwischenstück,

1) Zahlen in eckigen Klammern verweisen auf das Literaturverzeichnis.
2) Zur Veröffentlichung vorgesehen.

wie z. B. eine Unterlegscheibe, Klemmplatte oder eine Vorrichtung, die das Spreizen des Leiters verhindert, übertragen werden.

ANMERKUNG Beispiele für Kopfkontakteklemmstellen siehe Bild 3.

3.7 Bolzenklemmstelle bezeichnet eine Schraubklemmstelle, bei der der Leiter unter einer Mutter geklemmt wird. Der Kontaktdruck darf direkt durch eine entsprechend geformte Mutter oder durch ein Zwischenstück, wie z. B. eine Unterlegscheibe, Klemmplatte oder eine Vorrichtung, die das Spreizen des Leiters verhindert, übertragen werden.

ANMERKUNG Beispiele für Bolzenklemmstellen siehe Bild 3.

3.8 Laschenklemmstelle bezeichnet eine Schraubklemmstelle, bei der der Leiter mit Hilfe von zwei oder mehr Schrauben oder Muttern unter einer Lasche geklemmt wird.

ANMERKUNG Beispiele von Laschenklemmstellen siehe Bild 4.

3.9 Mantelklemmstelle bezeichnet eine Schraubklemmstelle, bei der der Leiter gegen das untere Ende eines Schlitzes in einen Gewindestift geklemmt wird, und zwar mittels einer Mutter, durch eine entsprechend geformte Unterlegscheibe unter der Mutter, durch einen Mittelstift – falls die Mutter eine Überwurfmutter ist – oder durch sonstige Mittel mit der gleichen Wirkung zur Übertragung des Kontaktdruckes von der Mutter auf den im Schlitz befindlichen Leiter.

ANMERKUNG Beispiele für Mantelklemmstellen siehe Bild 5.

3.10 Schraubenlose Klemmstelle bezeichnet eine Klemmstelle für das Anschließen und nachfolgende Lösen eines Leiters oder das Verbinden und nachfolgende Trennen von zwei oder mehr Leitern, wobei der Anschluss weder direkt noch indirekt durch Schrauben hergestellt wird.

3.10.1 Universalklemmstelle (für alle Leiterarten).

3.10.2 Spezialklemmstelle (nur für bestimmte Leiterarten).

Zum Beispiel:

- Steckklemmstelle (nur für eindrähtige Leiter);
- Steckklemmstelle (nur für starre (ein- und mehrdrähtige) Leiter).

ANMERKUNG Beispiele für schraubenlose Klemmstellen siehe Bild 6.

3.11 Bemessungs-Anschlussvermögen einer Klemmstelle bezeichnet den vom Hersteller angegebenen anschließbaren Leiterquerschnitt, auf den sich bestimmte thermische, mechanische und elektrische Anforderungen beziehen.

3.12 Umgebungstemperatur bezeichnet die Temperatur der Luft, die die Klemmstelle und gegebenenfalls ihre Umhüllung umgibt.

3.13 Erwärmung bezeichnet die Differenz zwischen der Temperatur des geprüften Teils mit der eventuell vorhandenen Umhüllung und der Umgebungstemperatur, gemessen unter Last entsprechend der Prüffestlegung.

3.14 Unvorbereiteter Leiter bezeichnet einen Leiter, an dessen abgeschnittenem Ende vor dem Einführen in eine Klemme die Isolierung entfernt worden ist.

ANMERKUNG Ein Leiter, dessen Form vor dem Einführen in die Klemme gerichtet wird oder dessen Adern zum Zwecke der Verfestigung eines Endes verdrillt werden, wird als unvorbereiteter Leiter angesehen.

3.15 Vorbereiteter Leiter bezeichnet einen Leiter, dessen Ende mit einer Öse, Aderendhülse, einem Kabelschuh usw. versehen ist.

4 Allgemeines

Klemmstellen müssen so konstruiert und gebaut sein, dass sie im bestimmungsgemäßen Gebrauch betriebsicher und ohne Gefahr für den Anwender oder die Umgebung sind.

Prüfung: Ausführung aller festgelegten Prüfungen.

5 Allgemeine Anmerkungen zu den Prüfungen

5.1 Die Prüfungen nach dieser Norm sind Typprüfungen. Sie werden als Prüfungen einer Produktnorm durchgeführt und sind durch das entsprechende Technische Komitee festzulegen.

5.2 Wenn nicht anders festgelegt, werden die Prüflinge wie angeliefert und wie im bestimmungsgemäßen Gebrauch installiert geprüft. Die Prüfungen werden bei einer Umgebungstemperatur von $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ durchgeführt.

5.3 Die Prüfungen nach Abschnitt 9 werden in der Reihenfolge der Abschnitte durchgeführt.

5.4 Wenn nicht anders festgelegt, werden drei Prüflinge allen Prüfungen unterzogen. Die Anforderungen sind erfüllt, wenn alle Prüfungen bestanden sind. Wenn nur einer der Prüflinge eine Prüfung wegen eines Zusammenbau- oder Herstellungsfehlers nicht besteht, dann muss diese und die vorhergehenden Prüfungen, die die Ergebnisse dieser Prüfung beeinflusst haben können, wiederholt werden, und die folgenden Prüfungen müssen in der geforderten Reihenfolge mit einem weiteren vollständigen Satz von Prüflingen durchgeführt werden, die dann sämtliche Anforderungen erfüllen müssen.

ANMERKUNG Der Antragsteller darf gemeinsam mit der in 5.4 festgelegten Prüflingsanzahl einen zusätzlichen Prüflingssatz einreichen, der bei Ausfall eines Prüflings erforderlich ist. Die Prüfstelle wird dann ohne weitere Nachfrage die zusätzlichen Prüflinge prüfen und nur dann ablehnen, wenn ein weiterer Ausfall auftritt. Wenn der zusätzliche Prüflingssatz nicht gleichzeitig mit dem ersten Satz eingereicht worden ist, dann hat dies bei Ausfall eines Prüflings die Ablehnung zur Folge.

6 Hauptmerkmale

Die genormten Bemessungs-Anschlussvermögen einer Klemmstelle sind:

0,2 mm², 0,34 mm², 0,5 mm², 0,75 mm², 1 mm², 1,5 mm², 2,5 mm², 4 mm², 6 mm², 10 mm², 16 mm², 25 mm² und 35 mm².

ANMERKUNG Derzeit wird in einigen Ländern eine Bezeichnung mit Hilfe von Leitergrößen (z. B. AWG in den USA und in Kanada) anstelle des in mm² angegebenen Querschnitts angewendet. Für die annähernde Beziehung zwischen der Einheit mm² und AWG siehe Anhang A.

7 Anschluss der Leiter

7.1 Im Allgemeinen sind Klemmstellen nur für die Aufnahme eines einzigen Leiters geeignet. Bestimmte Typen dürfen auch für zwei oder mehr Leiter des gleichen oder unterschiedlichen Nennquerschnitts oder kombiniert verwendet werden.

Klemmstellen müssen unvorbereitete Leiter aufnehmen können.

ANMERKUNG Schraubklemmstellen sind nicht geeignet für den Anschluss von feindrähtigen Leitern mit verlötzten Enden.

7.2 Jede Klemmstelle muss, wenn in der zutreffenden Produktnorm nichts anderes festgelegt worden ist, außer ihrem Bemessungs-Anschlussvermögen mindestens die beiden nächstkleineren Querschnitte aufnehmen können (z. B. eine Klemmstelle mit einem Bemessungs-Anschlussvermögen von 1 mm² muss sicher einen Leiter der gleichen Art von 0,5 mm², 0,75 mm² und 1 mm² klemmen können).

7.3 Der theoretische Durchmesser des größten Leiters und die Beziehung zwischen dem Bemessungs-Anschlussvermögen und den anschließbaren Leitern sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1 – Beziehung zwischen Bemessungs-Anschlussvermögen und Durchmesser der Leiter

Bemes-sungs-Anschluss-vermögen	Theoretischer Durchmesser des größten Leiters								Anschließbarer Leiter	
	metrisch		AWG							
	starr	flexibel	starr		flexibel	starr	flex.			
	ein-dräh-tig	mehr-drähtig			b)	b)	Klassen I, K, M			
mm ²	mm	mm	mm	Leitergröße	mm	mm	mm	Ist in der zutreffenden Produktnorm festzulegen.		
0,2	0,51	0,53	0,61	24	0,54	0,61	0,64			
0,34	0,63	0,66	0,8	22	0,68	0,71	0,80			
0,5	0,9	1,1	1,1	20	0,85	0,97	1,02			
0,75	1,0	1,2	1,3	18	1,07	1,23	1,28			
1,0	1,2	1,4	1,5	–	–	–	–			
1,5	1,5	1,7	1,8	16	1,35	1,55	1,60			
2,5	1,9	2,2	2,3 ^{a)}	14	1,71	1,95	2,08			
4,0	2,4	2,7	2,9 ^{a)}	12	2,15	2,45	2,70			
6,0	2,9	3,3	3,9 ^{a)}	10	2,72	3,09	3,36			
10,0	3,7	4,2	5,1	8	3,34	3,89	4,32			
16,0	4,6	5,3	6,3	6	4,32	4,91	5,73			
25,0	–	6,6	7,8	4	5,45	6,18	7,26			
35	–	7,9	9,2	2	6,87	7,78	9,02			

ANMERKUNG Die Durchmesser der größten starren und flexiblen Leiter beruhen auf Tabelle 1 nach IEC 60228A und IEC 60344 und für AWG-Leiter auf ASTM B 172-71 [4], ICEA-Publikation S-19-81 [5], ICEA-Publikation S-66-524 [6] und ICEA-Publikation S-66-516 [7].

a) Maße nur für flexible Kabel der Klasse 5 nach IEC 60228A.
b) Nenndurchmesser + 5 %.
c) Größter Durchmesser für jede der drei Klassen I, K, M + 5 %.

7.4 Sofern vom Hersteller nicht anders festgelegt, müssen Schraubklemmstellen starre und flexible Leiter nach Tabelle 1 aufnehmen können; in diesem Fall sind keine Kennzeichnungen notwendig.

Wenn eine Schraubklemmstelle entsprechend der Angabe des Herstellers nur eine Leiterart (z. B. starr oder flexibel) aufnehmen kann, muss dies für Anschlusszwecke entweder deutlich auf dem Endprodukt mit dem Buchstaben „r“ oder „f“ gekennzeichnet oder auf der kleinsten Verpackungseinheit oder in der technischen Dokumentation und/oder in Katalogen angegeben werden.

Prüfung: Besichtigen und Prüfungen nach 9.1 und 9.6.

7.5 Sofern vom Hersteller nicht anders festgelegt, müssen schraubenlose Klemmstellen starre und flexible Leiter nach Tabelle 1 aufnehmen können; in diesem Fall sind keine Kennzeichnungen notwendig.

Wenn eine schraubenlose Klemmstelle entsprechend der Angabe des Herstellers nur eindrähtige Leiter aufnehmen kann, muss dies für Anschlusszwecke entweder deutlich auf dem Endprodukt mit den Buchstaben „s“ oder „sol“ gekennzeichnet oder auf der kleinsten Verpackungseinheit oder in der technischen Dokumentation und/oder Katalogen angegeben werden (siehe 3.10).

Wenn eine schraubenlose Klemmstelle entsprechend der Angabe des Herstellers nur starre (ein- und mehrdrähtige) Leiter aufnehmen kann, muss dies für Anschlusszwecke entweder deutlich auf dem Endprodukt mit dem Buchstaben „r“ gekennzeichnet oder auf der kleinsten Verpackungseinheit oder in der technischen Dokumentation und/oder Katalogen angegeben werden (siehe 3.10).

Prüfung: Besichtigen und Prüfung nach 9.1.

7.6 An schraubenlosen Klemmstellen muss das Anschließen oder Lösen des Leiters folgendermaßen vorgenommen werden:

- an Universalklemmstellen durch die Verwendung eines allgemein üblichen Werkzeugs oder einer geeigneten Vorrichtung an der Klemmstelle, um sie für das Einführen oder Lösen des Leiters zu öffnen;
- an Steckklemmstellen durch einfaches Einführen. Zum Lösen der Leiter muss eine andere Handhabung als nur das Ziehen am Leiter erforderlich sein.

Die Verwendung eines allgemein üblichen Werkzeugs oder einer geeigneten Vorrichtung an der Klemmstelle zum „Öffnen“ der Klemmstelle und zum Einführen oder Herausziehen des Leiters ist erlaubt.

Prüfung: Besichtigen und Prüfung nach 9.3.

8 Konstruktive Anforderungen

8.1

8.1.1 Stromführende Teile, einschließlich der Teile sämtlicher Klemmen, müssen aus Metall sein, so dass im bestimmungsgemäßen Gebrauch unter den im Betriebsmittel auftretenden Bedingungen eine ausreichende mechanische Festigkeit, elektrische Leitfähigkeit und Korrosionsbeständigkeit gegeben ist.

Prüfung: Besichtigen und falls erforderlich durch chemische Analyse.

Beispiele von geeigneten Metallen bei Gebrauch im zulässigen Temperaturbereich und unter üblichen Bedingungen der chemischen Verschmutzung sind:

- Kupfer;
- eine Legierung mit einem Kupferanteil von mindestens 58 % bei kaltgewalzten Teilen oder von mindestens 50 % bei anderen Teilen;
- nichtrostender Stahl, der mindestens 13 % Chrom und höchstens 0,09 % Kohlenstoff enthält;
- Stahl mit einer elektroplattierten Beschichtung aus Zink nach ISO 2081; die Schichtdicke muss mindestens betragen:
 - 5 µm (ISO Service Bedingung 1) für Standardbetriebsmittel;
 - 8 µm (ISO Service Bedingung 2) für tropfwasser- und spritzwassergeschützte Betriebsmittel;
 - 12 µm (ISO Service Bedingung 3) für strahlwassergeschützte und wasserdichte Betriebsmittel;
- Stahl mit einer elektroplattierten Beschichtung aus Nickel und Chrom nach ISO 1456; die Schichtdicke muss mindestens betragen:
 - 10 µm (ISO Service Bedingung 1) für Standardbetriebsmittel;
 - 20 µm (ISO Service Bedingung 2) für tropfwasser- und spritzwassergeschützte Betriebsmittel;
 - 30 µm (ISO Service Bedingung 3) für strahlwassergeschützte und wasserdichte Betriebsmittel;
- Stahl mit einer elektroplattierten Beschichtung aus Zinn nach ISO 2093; die Schichtdicke muss mindestens betragen:
 - 12 µm (ISO Service Bedingung 1) für Standardbetriebsmittel;
 - 20 µm (ISO Service Bedingung 2) für tropfwasser- und spritzwassergeschützte Betriebsmittel;
 - 30 µm (ISO Service Bedingung 3) für strahlwassergeschützte und wasserdichte Betriebsmittel.

8.1.2 Mechanischer Verschleiß. Stromführende Teile, die einem mechanischen Verschleiß ausgesetzt sind, dürfen nicht aus Stahl mit einer elektroplattierten Beschichtung bestehen.

Prüfung: Besichtigen.

8.1.3 Unter feuchten Umgebungsbedingungen dürfen Metalle, die einen großen Unterschied ihrer elektrochemischen Potentiale haben, nicht in Kontakt miteinander verwendet werden.

Prüfung: In Vorbereitung.

ANMERKUNG 1 Federn, federnde Teile, Klemmplatten, Klemmschrauben und ähnliches werden nicht als überwiegend stromführende Teile betrachtet (siehe auch 8.3).

ANMERKUNG 2 Unter der Voraussetzung, dass in der zutreffenden Produktnorm geeignete Korrosionsprüfungen vorgesehen werden, können auch andere Metalle und Beschichtungen eingesetzt werden.

ANMERKUNG 3 Die Verwendung von Aluminiumlegierungen für stromführende Teile erfordert zusätzliche Prüfungen nach IEC 61545.

8.2 Klemmstellen müssen so konstruiert und gebaut sein, dass der Kontaktdruck nicht über Isolierstoff, ausgenommen Keramik und reiner Glimmer, übertragen wird, es sei denn, in den Metallteilen ist eine hinreichende Federung vorhanden, um eine mögliche Schrumpfung oder Dehnung des Isolierstoffs auszugleichen.

Die Möglichkeit der Verwendung von Nichtmetallteilen zum Ausgleich möglicher Verformungen, z. B. Schrumpfung, ist in Beratung.

Prüfungen: Prüfverfahren, z. B. für die Wirksamkeit der Federung, in Vorbereitung.

8.3 Klemmstellen für Schutzleiter müssen so beschaffen sein, dass der Kontakt zwischen den einzelnen Teilen der Klemmstelle und dem Kupfer des Schutzleiters oder einem anderen Metall, das hiermit Verbindung hat, nicht zu Korrosionsgefahr führt.

Der Körper von Klemmstellen für Schutzleiter muss aus einer Kupfer-Zink-Legierung oder einem anderen, ebenso korrosionsbeständigen Metall sein, es sei denn, er ist ein Teil eines Metallrahmens oder Gehäuses. In diesem Fall muss die Schraube oder Mutter aus einer Kupfer-Zink-Legierung oder einem anderen, ebenso korrosionsbeständigen Metall sein.

Wenn der Körper der Klemmstelle für Schutzleiter Teil eines Rahmens oder Gehäuses aus Stahl, Aluminium oder einer Aluminiumlegierung ist, müssen Vorsichtsmaßnahmen zur Vermeidung der Korrosion ergriffen werden, die durch den Kontakt zwischen Kupfer und Stahl, Aluminium oder Aluminiumlegierung entsteht.

Plattierter Stahl nach der entsprechenden ISO-Norm wird als nicht weniger korrosionsbeständig wie eine Kupfer-Zink-Legierung betrachtet.

Prüfung: Besichtigen.

8.4 Schrauben und Muttern, die der Klemmung des Leiters dienen, dürfen nicht zur Befestigung anderer Bauenteile dienen, dagegen dürfen sie die Klemmstelle in ihrer Lage halten oder ihr Verdrehen verhindern.

Schrauben dürfen nicht aus einem Metall sein, das weich ist oder zum Kriechen neigt, wie Zink oder Aluminium.

Prüfung: Besichtigen.

ANMERKUNG Die Verwendung von Schrauben aus Aluminiumlegierung erfordert Prüfungen nach IEC 61545.

8.5 Schrauben oder Muttern von Klemmstellen für Schutzleiter müssen wirksam gegen zufälliges Lockern gesichert sein. Es darf nicht möglich sein, sie ohne Verwendung eines Werkzeuges zu lösen.

ANMERKUNG 1 Im Allgemeinen erfüllen die auf den Bildern 2 bis 5 dargestellten Klemmstellen diese Anforderung, unter der Voraussetzung, dass sie die Prüfungen der vorliegenden Norm erfüllen.

ANMERKUNG 2 Es kann notwendig sein, ein federndes Teil (z. B. eine Druckplatte) einzubauen, wenn das Endprodukt dafür vorgesehen ist, Schwingungen oder Temperaturschwankungen ausgesetzt zu werden.

ANMERKUNG 3 Es kann notwendig sein, eine zusätzliche Prüfung einzuführen, wenn das Endprodukt dafür vorgesehen ist, Schwingungen ausgesetzt zu werden.

8.6 Bei schraubenlosen Klemmstellen muss das Einführen und Lösen der Leiter nach Anleitung des Herstellers durchgeführt werden. Solche Anleitungen bedürfen einer Betrachtung der zuständigen Produktkomitees bei der Festlegung der Kennzeichnungsanforderungen.

Zum Lösen des Leiters muss eine andere Handhabung als nur das Ziehen am Leiter erforderlich sein. Der Vorgang muss bei bestimmungsgemäßem Gebrauch manuell mit oder ohne Hilfe eines Werkzeuges erfolgen.

Öffnungen für die Verwendung von Werkzeugen, die das Einführen oder Lösen des Leiters erleichtern, müssen deutlich von den Öffnungen für den Leiter unterscheidbar sein.

Prüfung: Besichtigen.

8.7 Schraubenlose Klemmstellen zum Verbinden von zwei oder mehreren Leitern müssen so konstruiert und gebaut sein, dass:

- jeder Leiter einzeln geklemmt ist;
- die Leiter gleichzeitig oder getrennt angeschlossen oder gelöst werden können.

Es muss möglich sein, jede Anzahl von Leitern bis zu dem vorgesehenen Maximum sicher zu klemmen.

Prüfung: Besichtigen und Prüfungen nach 9.4.

8.8 Schraubenlose Klemmstellen müssen so konstruiert und gebaut sein, dass ein unsachgemäßes Einführen des Leiters verhindert wird.

Damit diese Anforderung erfüllt wird, muss eine entsprechende Kennzeichnung auf dem Produkt, der kleinsten Verpackungseinheit oder in der technischen Information und/oder in Katalogen angegeben werden, auf welche Länge der Leiter vor dem Einführen in die Klemmstelle abzisolieren ist.

Prüfung: Besichtigen.

8.9 Klemmstellen müssen eine ausreichende mechanische Festigkeit haben.

Prüfung: Schraubklemmstellen nach 9.5 und 9.6 und schraubenlose Klemmstellen nach 9.3 und 9.5.

8.10 Klemmstellen müssen so konstruiert und aufgebaut sein, dass sie den Leiter ohne unzulässige Beschädigung klemmen.

Prüfung: Besichtigen im Anschluss an die Prüfung nach 9.4.

8.11 Klemmstellen müssen so konstruiert und gebaut sein, dass sie den Leiter zuverlässig und zwischen Metallflächen klemmen.

Prüfung: Besichtigen während der Prüfung nach 9.5.

ANMERKUNG Prüfungen für Klemmstellen, bei denen der Leiter nicht zwischen Metallflächen geklemmt wird, sind in Beratung.

8.12 Klemmstellen müssen so konstruiert und gebaut sein, dass weder ein starrer Draht eines mehrdrähtigen Leiters noch ein Draht eines flexiblen Leiters herausrutschen kann.

Prüfung: Prüfung nach 9.2.

8.13 Klemmstellen müssen so konstruiert und gebaut sein, dass ihre Erwärmung im bestimmungsgemäßen Gebrauch nicht über einem Wert liegt, der mit den Werkstoffen, aus denen die Klemmstelle gefertigt wurde oder mit denen die Klemmstelle in Kontakt ist, nicht vereinbar ist.

Prüfung: Prüfung nach 9.7.

8.14 Schraubenlose Klemmstellen müssen so konstruiert und gebaut sein, dass ihre elektrischen Funktionen im bestimmungsgemäßen Gebrauch zuverlässig sind und die weitere Verwendung nicht beeinträchtigt wird.

Prüfung: Prüfungen nach 9.8, 9.9 und 9.10.

8.15 Klemmstellen müssen so konstruiert und gebaut sein, dass sie das Einführen der Leiter nach 7.2 und 7.4 (Schraubausführung) und 7.2 und 7.5 (schraubenlose Ausführung) ermöglichen.

Prüfung: Prüfung nach 9.1.

8.16 Es muss sichergestellt sein, dass die an der Klemmstelle angeschlossenen Kabel oder Leitungen keine Zugbelastung auf die Klemmstelle ausüben (z. B. Leitungen von tragbaren Betriebsmitteln).

Die betreffenden Produktnormen müssen eine Zugentlastung und entsprechend geeignete Prüfungen fordern.

9 Prüfungen

9.1 Das Einführen des größten Leiters wird durch die Prüfung nach Anhang B oder durch das Einführen des größten Leiters nach dem Abisolieren, und nachdem das Ende des starren mehrdrähtigen und des flexiblen Leiters nachgeformt worden ist, geprüft.

ANMERKUNG Der Hersteller kann die Testmethode festlegen.

Das abgesetzte Ende des Leiters muss vollständig ohne übermäßige Kraft in die Öffnung der Klemmstelle eingeführt werden können.

9.2 Drei neue Klemmstellen werden mit neuen Leitern versehen, deren Typ und Bemessungs-Anschlussvermögen Tabelle 1 und deren Leiteraufbau Anhang C entsprechen.

Vor dem Einführen in die Klemmstelle dürfen die Drähte von mehrdrähtigen starren und flexiblen Leitern nachgeformt werden.

Die Verwendung eines Werkzeuges ist zulässig.

Es muss möglich sein, den Leiter ohne übermäßige Kraft in die Klemmstelle einzuführen.

Der Leiter wird so weit in die Klemmstelle eingeführt, dass er auf der entgegengesetzten Seite der Klemmstelle, wenn möglich, ein wenig heraussteht, und zwar in der Stellung, in der der Draht leicht ausweichen kann.

Die Klemmschrauben, wenn vorhanden, werden dann mit einem Drehmoment nach 9.6 angedreht.

Nach der Prüfung darf kein Draht des Leiters aus der Klemmstelle herausgerutscht sein, so dass die in den entsprechenden Produktnormen geforderten Luft- und Kriechstrecken aufgrund dessen unterschritten würden.

9.3 Schraubenlose Klemmstellen nach 7.5 und 7.6 werden mit Leitern des größten Durchmessers geprüft:

- nur eindrähtig;
- nur starr (eindrähtig und mehrdrähtig);
- starr (eindrähtig und mehrdrähtig) und flexibel.

Mit jedem Leiterrystem, für den die Klemmstelle bestimmt ist, wird fünfmaliges Anschließen und Lösen geprüft.

Bei der Prüfung werden viermal neue Leiter verwendet; beim fünften Mal wird der für die vierte Einführung verwendete Leiter erneut an derselben Stelle geklemmt. Bei jeder Einführung werden die Leiter entweder so weit wie möglich in die Klemmstelle geschoben, oder sie müssen so eingeführt werden, dass eine richtige Verbindung erkennbar ist. Nach jeder Einführung wird der Leiter um 90° gedreht und anschließend gelöst. Nach diesen Prüfungen dürfen die Klemmstellen nicht in einer Weise beschädigt sein, dass ihre weitere Verwendung beeinträchtigt ist.

9.4 Für die Prüfung der Anforderungen nach 8.10 (Klemmen des Leiters ohne unzulässige Beschädigung des Leiters) werden drei neue Klemmstellen mit neuen Leitern versehen, deren Anzahl, Querschnitt und Art (flexibel und/oder starr mehrdrähtig) der Hersteller festlegt, und die in die Prüfeinrichtung nach Bild 1 eingebracht werden.

Die folgenden Prüfungen müssen durchgeführt werden mit:

a) dem Leiter mit dem kleinsten Querschnitt;

b) dem Leiter mit dem größten Querschnitt;

gegebenenfalls:

c) der maximalen Anzahl der Leiter mit dem kleinsten Querschnitt;

d) der maximalen Anzahl der Leiter mit dem größten Querschnitt;

e) der maximalen Anzahl der Leiter mit den kleinsten und größten Querschnitten, die gleichzeitig an die Klemmstelle angeschlossen werden können.

ANMERKUNG Der in c), d) und e) festgelegte Querschnitt der Leiter kann unterschiedlich zu den Querschnitten in a) und b) sein.

Der Prüfleiter muss 75 mm länger sein als die in Tabelle 2 festgelegte Höhe (H).

Der Prüfleiter wird an die Klemmstelle angeschlossen, die Klemmschrauben oder -muttern, wenn vorhanden, werden mit dem Drehmoment nach 9.6 angedreht.

Jeder Leiter wird folgender Prüfung unterzogen:

Das Ende eines jeden Leiters wird durch eine Buchse passender Größe geführt, die in einer Platte mit der Höhe (H) unter der Prüfeinrichtung nach Tabelle 2 angeordnet ist. Die Buchse wird in der horizontalen Ebene so aufgenommen, dass die Symmetriechse der Buchse einen konzentrischen Kreis zum Mittelpunkt der Klemmstelle mit einem Durchmesser von 75 mm beschreibt, anschließend wird die Platte mit einer Drehzahl von $(10 \pm 2) \text{ min}^{-1}$ in Rotation versetzt.

Der Abstand zwischen der Öffnung der Klemmstelle und der oberen Fläche der Buchse muss mit einer zulässigen Abweichung von $\pm 15 \text{ mm}$ der in Tabelle 2 angegebenen Höhe entsprechen. Die Buchse darf geschmiert werden, um Festklemmen, Verdrillen oder Drehung des isolierten Leiters zu verhindern.

Am Ende des Leiters wird eine Masse wie in Tabelle 2 angehängt. Die Prüfdauer beträgt 15 min.

Während der Prüfung darf der Leiter weder aus der Klemmstelle herausrutschen noch nahe der Klemmstelle brechen. Der Leiter darf nicht so beschädigt sein, dass er für eine weitere Verwendung unbrauchbar wird.

Unmittelbar nach dem Test muss jeder geprüfte Leiter dem Test nach 9.5 (Zugprüfung) ausgesetzt werden.

Tabelle 2 – Beziehung zwischen Masse und Querschnitt während der Prüfung

Leiterquerschnitt		Innendurchmesser der Buchse ^{a)} ^{b)}	Höhe H ^{a)}	Masse für den Leiter
mm ²	AWG			
0,2	24	6,5	260	0,2
0,34	22	6,5	260	0,2
0,5	20	6,5	260	0,3
0,75	18	6,5	260	0,4
1,0	–	6,5	260	0,4
1,5	16	6,5	260	0,4
2,5	14	9,5	280	0,7
4,0	12	9,5	280	0,9

(fortgesetzt)

Tabelle 2 (abgeschlossen)

Leiterquerschnitt		Innendurchmesser der Buchse ^{a) b)} mm	Höhe H ^{a)} mm	Masse für den Leiter kg
mm ²	AWG			
6,0	10	9,5	280	1,4
10,0	8	9,5	280	2,0
16,0	6	13,0	300	2,9
25,0	4	13,0	300	4,5
—	3	14,5	320	5,9
35,0	2	14,5	320	6,8

^{a)} Zulässige Abweichung: Für die Höhe $H \pm 15$ mm, für den Innendurchmesser der Buchse ± 2 mm.
^{b)} Wenn der Innendurchmesser der Buchse nicht groß genug ist, um den Leiter ohne Einklemmen aufnehmen zu können, darf eine Buchse mit dem nächstgrößeren Innendurchmesser verwendet werden.

9.5 Im Anschluss an die Prüfung nach 9.4 muss jeder hiernach geprüfte Leiter mit der in Tabelle 3 angegebenen Zugkraft beansprucht werden. Bei dieser Prüfung dürfen die Klemmschrauben oder -muttern, falls vorhanden, nicht erneut angezogen werden. Die Kraft muss in Richtung der Leiterachse ruckfrei für die Dauer von 1 min aufgebracht werden.

Tabelle 3 – Beziehung zwischen Zugkraft und Querschnitt

Querschnitt mm ²	0,2	0,34	0,5	0,75	1,0	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35
Zugkraft N	10	15	20	30	35	40	50	60	80	90	100	135	190

Während der Prüfung darf der Leiter nicht aus der Klemmstelle herausrutschen.

9.6 Die Prüfung wird an Schraubklemmstellen mit Kupferleitern mit entsprechendem Querschnitt nach 7.4 durchgeführt.

Schrauben und Muttern werden fünfmal mit einem geeigneten Schraubendreher oder Schraubenschlüssel angedreht und gelöst, das Drehmoment muss der zutreffenden Spalte in Tabelle 4 oder alternativ dem vom Hersteller angegebenen höheren Drehmoment entsprechen.

Bei jedem Lösen der Schraube oder Mutter wird ein neues Leiterende verwendet.

Größere Werte für das Drehmoment können angewendet werden, wenn dies vom Hersteller so angegeben ist und die notwendigen Angaben bereitgestellt werden.

Spalte I bezieht sich auf Schrauben ohne Köpfe, wenn die Schraube im angedrehten Zustand nicht aus dem Schraubenloch herausragt, und auf sonstige Schrauben, die nicht mittels eines Schraubendrehers angedreht werden können, dessen Schneide größer als der Durchmesser der Schraube ist.

Spalte II bezieht sich auf Muttern von Mantelklemmstellen, die mit einem Schraubendreher angedreht werden.

Spalte III bezieht sich auf sonstige Schrauben von Klemmstellen, die mit einem Schraubendreher angedreht werden.

Spalte IV bezieht sich auf Schrauben und Muttern, außer Muttern von Mantelklemmstellen, die in anderer Weise als mit einem Schraubendreher angedreht werden.

Spalte V bezieht sich auf Muttern von Mantelklemmstellen, die in anderer Weise als mit einem Schraubendreher angedreht werden.

Sofern es sich um eine Schraube mit Sechskantkopf und Schlitz handelt und die Werte in den Spalten III und IV verschieden sind, wird die Prüfung zweimal ausgeführt, zuerst an einem Satz mit drei Prüflingen, wobei auf den Sechskantkopf das Drehmoment nach Spalte IV und dann an einem anderen Satz von Prüflingen das Drehmoment nach Spalte III mittels eines Schraubendrehers angewendet wird. Wenn die Werte in den Spalten III und IV gleich sind, wird nur die Prüfung mit dem Schraubendreher vorgenommen.

Schrauben und Muttern zum Klemmen der Leiter müssen ein metrisches ISO-Gewinde oder ein in Steigung und mechanischer Festigkeit vergleichbares Gewinde haben.

Während der Prüfung dürfen die Klemmstellen nicht beschädigt werden, wie etwa durch Bruch der Schrauben oder eine Beschädigung der Kopfschlitzte, der Gewinde, der Unterlegscheiben oder Bügel, wodurch eine weitere Verwendung beeinträchtigt wird.

Für Mantelklemmstellen ist der festgelegte Nenndurchmesser der des geschlitzten Bolzens.

Die Schneidenform des Prüfschraubendrehers muss dem Kopf der zu prüfenden Schraube entsprechen. Die Schrauben und Muttern dürfen nicht ruckweise angedreht werden.

Tabelle 4 – Beziehung zwischen Drehmoment und Nenndurchmesser des Gewindes

Nenndurchmesser des Gewindes mm	Drehmoment Nm				
	I	II	III	IV	V
bis zu und einschließlich 1,6	0,05	–	0,1	0,1	–
über 1,6 bis einschließlich 2,0	0,1	–	0,2	0,2	–
über 2,0 bis einschließlich 2,8	0,2	–	0,4	0,4	–
über 2,8 bis einschließlich 3,0	0,25	–	0,5	0,5	–
über 3,0 bis einschließlich 3,2	0,3	–	0,6	0,6	–
über 3,2 bis einschließlich 3,6	0,4	–	0,8	0,8	–
über 3,6 bis einschließlich 4,1	0,7	1,2	1,2	1,2	1,2
über 4,1 bis einschließlich 4,7	0,8	1,2	1,8	1,8	1,8
über 4,7 bis einschließlich 5,3	0,8	1,4	2,0	2,0	2,0
über 5,3 bis einschließlich 6,0	1,2	1,8	2,5	3,0	3,0
über 6,0 bis einschließlich 8,0	2,5	2,5	3,5	6,0	4,0
über 8,0 bis einschließlich 10,0	–	3,5	4,0	10,0	6,0
über 10,0 bis einschließlich 12,0	–	4,0	–	–	8,0
über 12,0 bis einschließlich 15,0	–	5,0	–	–	10,0

9.7 Während der Erwärmungsprüfung am Endprodukt sind an der Klemmstelle Leiter mit dem entsprechenden Bemessungs-Anschlussvermögen und Art unter den Bedingungen der betreffenden Produktnorm angeschlossen. Schrauben oder Muttern, wenn vorhanden, werden mit einem Drehmoment nach dem in 9.6 festgelegten Wert angedreht.

9.8 Die elektrische Funktion von schraubenlosen Klemmstellen wird durch die folgende Prüfung, die an zehn neuen Prüflingen jeder Konstruktion ausgeführt wird, nachgewiesen. Die Prüflinge dürfen nicht bereits für andere Prüfungen verwendet worden sein. Falls Klemmstellen Bestandteil eines Betriebsmittels sind, dürfen diese auch getrennt geprüft werden.

Die Prüfung wird mit neuen Kupferleitern mit einem Querschnitt nach 7.2 und 7.5 durchgeführt:

- eindrähtig für Klemmstellen, die nur eindrähtige Leiter aufnehmen können;
- starr (ein-/mehrdrähtig) für Klemmstellen, die beide Arten von Leitern aufnehmen können;
- starr (ein-/mehrdrähtig) und flexibel für Klemmstellen, die alle Arten von Leitern aufnehmen können.

Ein Leiter mit dem kleinsten Querschnitt wird an jede der fünf Klemmstellen wie im bestimmungsgemäßen Gebrauch angeschlossen. Ebenso wird ein Leiter mit dem größten Querschnitt an jede der fünf anderen Klemmstellen wie im bestimmungsgemäßen Gebrauch angeschlossen.

Die Klemmstellen werden 1 h mit einem Wechselstrom, der gleich dem in den entsprechenden Produktnormen angegebenen Prüfstrom ist, belastet.

Unmittelbar danach wird, noch mit demselben Strom (DC-Strom darf verwendet werden), der Spannungsfall an jeder Klemmstelle gemessen, so nah wie möglich am Kontaktbereich der Klemmstelle (Einzelheiten siehe Produktnorm).

In keinem Fall darf der Spannungsfall 15 mV überschreiten.

9.9 Schraubenlose Klemmstellen dürfen ihr Verhalten nicht ändern, wenn der entsprechende Leiter nach dem Einführen gebogen wird.

Hinreichende Biegeprüfungen sollten in internationale Normen eingeführt werden, um das Verhalten von schraubenlosen Klemmstellen festzustellen; dabei ist zu berücksichtigen, dass die Prüfkennwerte nach 9.8 und 9.10 (z. B. Spannungsfallprüfung, Prüfstrom) als niedrigster annehmbarer Beanspruchungsgrad zu betrachten sind.

Weitere Einzelheiten dieses Abschnitts sind in Beratung.

9.10 Die schraubenlosen Klemmstellen, die bereits der Spannungsfallmessung, die in 9.8 festgelegt ist, unterzogen wurden, werden in einen Wärmeschrank gebracht, der zunächst auf einer Temperatur von $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ gehalten wird.

Während der Prüfung fließt ein Strom, der gleich dem in den entsprechenden Produktnormen festgelegten Prüfstrom ist, außer während der Kühlperiode.

Die gesamte Prüfanordnung, einschließlich der Leiter, darf nicht bewegt werden, solange nicht alle Spannungsfallmessungen beendet sind.

Die Klemmstellen werden dann wie folgt 192 Temperaturzyklen unterworfen, wobei jeder Zyklus eine Dauer von ungefähr 1 h hat:

Die Lufttemperatur im Schrank wird innerhalb von 20 min auf 40°C oder auf höhere Werte, entsprechend der jeweiligen Produktnorm, erhöht.

Die Temperatur wird etwa 10 min mit einer Abweichung von $\pm 5\text{ K}$ auf diesem Wert gehalten. Die Klemmstellen können dann etwa 20 min auf eine Temperatur von etwa 30°C abkühlen, wobei Fremdkühlung erlaubt ist.

Sie werden etwa 10 min bei dieser Temperatur gehalten und dürfen, falls es für die Spannungsfallmessung notwendig ist, noch weiter auf eine Temperatur von $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ abkühlen.

Der Spannungsfall wird unter den in 9.8 genannten Prüfbedingungen gemessen, nachdem der 24. Temperaturzyklus und die 192 Temperaturzyklen abgeschlossen worden sind.

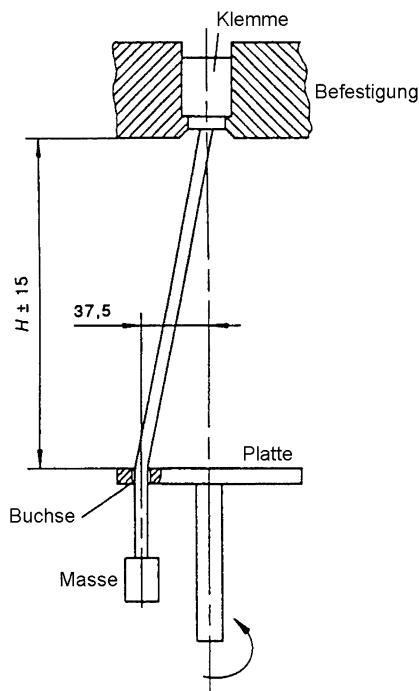
Der größte zulässige Spannungsfall darf den kleineren der folgenden zwei Werte nicht überschreiten:

- entweder 22,5 mV,
- oder das 1,5fache des Wertes, der nach 24 Zyklen gemessen wurde.

Die Temperatur in der Wärmekammer muss in einem Abstand von mindestens 50 mm von den Prüflingen gemessen werden.

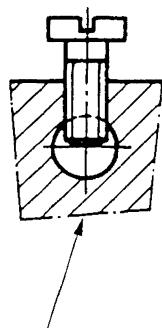
Nach dieser Prüfung dürfen bei Besichtigung mit dem bloßen Auge bei normalem oder korrigiertem Sehvermögen ohne zusätzliche Vergrößerungen keine Veränderungen festgestellt werden, die offensichtlich die weitere Verwendung beeinträchtigen, wie Risse, Verformungen oder dergleichen.

Die Prüfung nach den entsprechenden Produktnormen kann auch bei Umgebungstemperatur ausgeführt werden, wobei eine geeignete Erhöhung des Prüfstroms zu berücksichtigen ist, um an der Klemmstelle die vorgeschlagene Erwärmung von $40^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ oder von höheren Werten, wie oben definiert, zu erreichen. Besteht Zweifel an den Prüfergebnissen, wird die Prüfung an einem Satz von neuen Prüflingen in der Wärmekammer nach 9.10 ausgeführt.

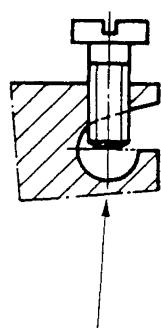


Abmessungen in Millimeter

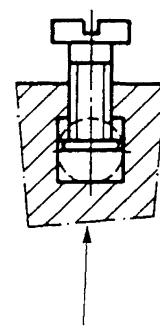
Bild 1 – Prüfvorrichtung nach 9.4



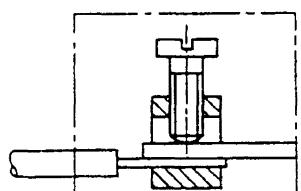
ohne Druckplatte



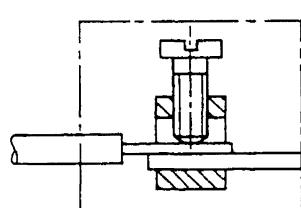
Buchsenklemmstelle mit direktem Druck



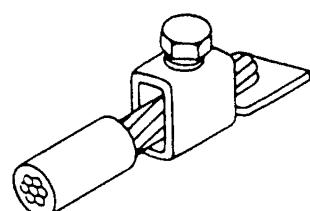
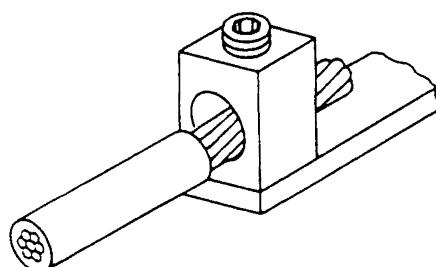
mit Druckplatte



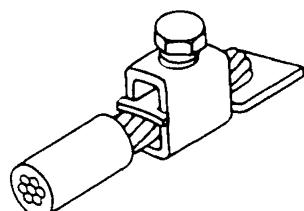
Klemmstelle mit indirektem Schraubendruck



Klemmstelle mit direktem Schraubendruck

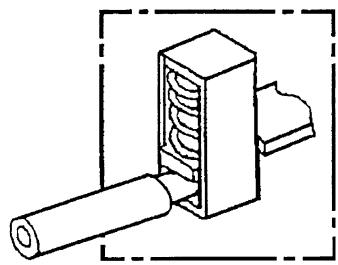


Klemmstelle mit direktem Druck

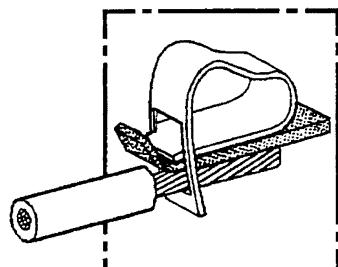


Klemmstelle mit indirektem Druck

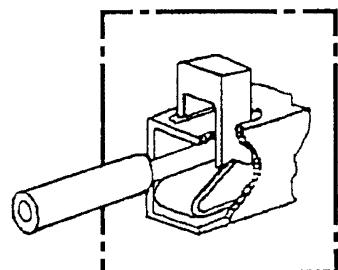
Bild 2 – Beispiele für Buchsenklemmstellen



Schraubenlose Klemmstelle mit indirekter Druckübertragung



Schraubenlose Klemmstelle mit direkter Druckübertragung



Schraubenlose Klemmstelle mit Betätigungsselement

Bild 6 – Beispiele für schraubenlose Klemmstellen

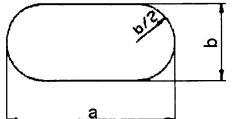
Anhang A
(informativ)

Angenäherte Beziehung zwischen Leiterdurchmessern in mm² und AWG-Größen

Nennquerschnitt mm ²	AWG-Größe	Äquivalenter Querschnitt mm ²
0,2	24	0,204
0,34	22	0,324
0,5	20	0,52
0,75	18	0,82
1	–	–
1,5	16	1,30
2,5	14	2,10
4,0	12	3,30
6,0	10	5,30
10,0	8	8,40
16,0	6	13,30
25,0	4	21,20
35,0	2	33,60

Anhang B
(normativ)

Bemessungs-Anschlussvermögen und zugeordnete Lehrdorne

Bemessungsquerschnitt	Theoretischer Durchmesser des größten Leiters (metrisch)			Lehren			Grenzabmaße für a, b und \emptyset	
	starr		flexibel		a	b		
	eindrähtig	mehrdrähtig						
mm ²	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
0,2	0,51	0,53	0,61	—	—	0,7	0 / -0,05	
0,34	0,63	0,66	0,8	—	—	0,9		
	0,9					1,0		
0,5		1,1		2,0	1,2	1,2		
			1,1			1,2		
0,75	1,0			2,0	1,2	1,1		
		1,2				1,3		
			1,3			1,4		
1,0	1,2			2,0	1,2	1,3		
		1,4				1,5		
			1,5			1,6		
1,5	1,5			2,4	1,5	1,6	0 / -0,06	
		1,7				1,8		
			1,8			1,9		
2,5	1,9			2,8	2,0	2,0		
		2,2				2,3		
			2,3			2,4		
4	2,4			2,8	2,4	2,5		
		2,7		2,8	2,4	2,8		
			2,9	3,6	3,1	3,0		
6	2,9			3,6	3,1	3,0		
		3,3		3,6	3,1	3,4		
			3,9	4,3	4,0	4,0		
10	3,7			4,3	4,0	3,8	0 / -0,07	
		4,2		4,3	4,0	4,3		
			5,1			5,2		
16	4,6					4,7		
		5,3		-	-	5,4		
			6,3			6,4		
25	-			-	-	-	0 / -0,07	
		6,6				6,7		
			7,8			7,9		
35	-			-	-	-		
		7,9				8,0		
			9,2			9,3		

Prüfverfahren:

Die Prüfung wird mit den oben angeführten Lehren durchgeführt.

Der Prüfkörper der Lehre muss ohne übermäßige Kraft und nur durch die Masse der Lehre in die Öffnung der Klemmstelle eindringen können.

Aufbau der Lehren:

Der Prüfkörper der Lehren muss aus Lehrenstahl hergestellt sein.

Anhang C
(normativ)

Ausführung von mehrdrähtigen Leitern

Querschnitt mm ²	Mehrdrähtige Leiter	Flexible Leiter
	Mindestanzahl der Drähte im runden, nicht verdichteten Leiter	Größter Durchmesser der Drähte im Leiter mm
0,2	7	0,21
0,34	7	0,25
0,5	7	0,21
0,75	7	0,21
1	7	0,21
1,5	7	0,26
2,5	7	0,26
4	7	0,31
6	7	0,31
10	7	0,41
16	7	0,41
25	7	0,41
35	7	0,41

Leitergröße AWG	Mehrdrähtige Leiter	Flexible Leiter
	Mindestanzahl der Drähte im runden, nicht verdichteten Leiter	Größter Durchmesser der Drähte im Leiter mm
24	Anzahl darf variieren	0,26
22	7	0,26
20	10	0,26
18	16	0,26
16	26	0,26
14	7	0,26
12	7	0,26
10	7	0,26
8	7	0,49
6	7	0,62
4	7	0,78
2	7	0,60

Anhang ZA
(normativ)

**Normative Verweisungen auf internationale Publikationen
mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen**

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen zu dieser Europäischen Norm nur, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

ANMERKUNG Wenn internationale Publikationen durch gemeinsame Abänderungen geändert wurden, durch (mod) angegeben, gelten die entsprechenden EN/HD.

Publikation	Jahr	Titel	EN/HD	Jahr
IEC 60228 (mod) + IEC 60228A (mod)	1978 1982	Conductors of insulated cables First supplement: Guide to the dimensional limits of circular conductors	HD 383 S2	1986
IEC 60344	1980	Guide to the calculation of resistance of plain and coated copper conductors of low-frequency cables and wires	–	–
IEC 61545	1996	Connecting devices – Devices for the connection of aluminium conductors in clamping units of any material and copper conductors in aluminium bodied clamping units	–	–
ISO 1456	1988	Metallic coatings – Electrodeposited coatings of nickel plus chromium and of copper plus nickel plus chromium	–	–
ISO 2081	1986	Metallic coatings – Electroplated coatings of zinc on iron or steel	–	–
ISO 2093	1986	Electroplated coatings of tin – Specification and test methods	–	–

Literaturhinweise

- [1] IEC 60998-2-3, Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes – Part 2-3: Particular requirements for connecting devices as separate entities with insulation piercing clamping units, 1991
ANMERKUNG Harmonisiert als EN 60998-2-3:1993 (nicht modifiziert).
- [2] IEC 60998-2-4, Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes – Part 2-4: Particular requirements for twist-on connecting devices, 1993
ANMERKUNG Harmonisiert als EN 60998-2-4:1993 (nicht modifiziert).
- [3] IEC 61210, Connecting devices – Flat quick-connect terminations for electrical copper conductors – Safety requirements, 1993
ANMERKUNG Harmonisiert als EN 61210:1995 (modifiziert).
- [4] ASTM B 172-71 (Re-approved 1985) – Standard specification for rope – Lay-stranded copper conductors having bunch-stranded members, for electrical conductors
- [5] ICEA Publication S-19-81 (6th edition) / NEMA Publication WC 3-1980 – Rubber insulated wire and cable for the transmission and distribution of electrical energy
- [6] ICEA Publication S-66-524 (2nd edition) / NEMA Publication WC 7-1982 – Cross-linked thermosetting polyethylene insulated wire and cable for the transmission and distribution of electrical energy
- [7] ICEA Publication S-68-516 / NEMA Publication WC 8-1976 – Ethylene propylene-rubber-insulated cable for the transmission and distribution of electrical energy