

DIN EN 62962

ICS 27.015; 91.140.50

Einsprüche bis 2017-08-09

Entwurf**Besondere Anforderungen für Lastabwurfeinrichtungen (LSE)
(IEC 23K/19/CD:2016)**

Particular requirements for load-shedding equipment (LSE)
(IEC 23K/19/CD:2016)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-06-09 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 189 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE



Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	7
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich.....	8
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	9
4 Allgemeine Anforderungen.....	16
4.1 Allgemeines.....	16
4.2 Architektur	16
4.3 Normbedingungen für den Betrieb im Einsatz	17
5 Allgemeine Bemerkungen zu Prüfungen.....	18
5.1 Umgebungsbedingungen	18
5.2 Allgemeine Prüfverfahren und Prüflinge.....	19
6 Bemessungswerte	20
6.1 Allgemeines.....	20
6.2 Vorzugswerte des Lastabwurfstroms (I_{nLs}).....	21
6.3 Zeit-Strom-Kennlinie.....	21
6.4 Wiedereinschaltbedingungen	23
7 Einteilung.....	25
7.1 Allgemeines.....	25
7.2 Funktionsklassen des Lastabwurfs	25
7.3 Nach den Schalteinrichtungen	25
7.4 Nach der Möglichkeit des Einstellens des Lastabwurfstroms (der Lastabwurfströme).....	25
7.5 Nach dem Lastabwurfzyklus	26
7.6 Nach der Auslegung	26
7.7 Nach der Methode der Montage.....	26
7.8 Nach dem Typ der Anschlussklemmen.....	26
7.9 Nach den Kontaktöffnungen.....	26
7.10 Nach dem Schutz gegenüber äußeren Einflüssen.....	26
8 Aufschriften.....	27
8.1 Allgemeines.....	27
8.2 Prüfung von Aufschriften	28
9 Leer.....	28
10 Schutz gegen elektrischen Schlag	28
10.2 Prüfung des Schutzes gegen elektrischen Schlag.....	28
11 Leer.....	31
12 Anschlussklemmen für äußere Kupferleiter	31
12.1 Allgemeines.....	31
12.2 Klemmen mit Schraubklemmung für äußere Kupferleiter	31

	Seite
12.3 Schraubenlose Klemmen für äußere Kupferleiter	36
13 Anforderungen an den Aufbau	40
13.1 Mechanische Anforderungen an Isolierungen	41
13.2 Einbauanforderungen	41
13.3 Befestigung von Abdeckungen, Abdeckplatten und Betätigungsgliedern	42
13.4 Leer	43
13.5 Anbringen von Knöpfen	43
13.6 Montagemittel	44
13.7 Leer	44
13.8 Installationsmaterial	44
14 Mechanismus und Betätigungselemente	46
14.1 Anzeige der Stellung	46
14.2 Ruhestellung	46
14.3 Leer	47
14.4 Einschalten und Ausschalten	47
14.5 Wirkungsweise des Mechanismus ohne Abdeckung oder Abdeckplatte	47
14.6 Leer	47
14.7 Befestigungen und Entfernen von Betätigungselemente	47
14.8 Verriegelung	47
14.9 Statusanzeigen	47
15 Alterungsbeständigkeit und Feuchtebeständigkeit	48
15.1 Alterungsbeständigkeit	48
15.2 Leer	48
15.3 Feuchtebeständigkeit	48
16 Isolationswiderstand und Spannungsfestigkeit	49
16.1 Allgemeines	49
16.2 Isolationswiderstand des Hauptstromkreises	49
16.3 Spannungsfestigkeit des Hauptstromkreises	50
16.4 Isolationswiderstand und Spannungsfestigkeit von Hilfsstromkreisen	52
16.5 Nachweis der Steh-Stoßspannungen (über Luftstrecken und Feststoffisolierung)	53
17 Erwärmung	54
17.2 Prüfaufbau	54
17.3 Prüfverfahren	55
18 Ein- und Ausschaltvermögen	59
19 Bestimmungsgemäßer Betrieb	60
19.1 Haltbarkeitsprüfung	60
19.2 Funktionsprüfungen: Ausschalten und Wiedereinschalten	61
20 Mechanische Festigkeit	63
20.1 Pendelhammerprüfung	63

	Seite
20.2 Leer.....	65
20.3 Leer.....	65
20.4 Abdeckungen, Abdeckplatten oder Betätigungsglieder – Berührbarkeit von aktiven Teilen	65
20.5 Abdeckungen, Abdeckplatten oder Betätigungsglieder – Berührbarkeit von nicht geerdeten Metallteilen, die von aktiven Teilen elektrisch getrennt sind	66
20.6 Abdeckungen, Abdeckplatten oder Betätigungsglieder – Berührbarkeit von Isolierteilen, geerdeten Metallteilen, den aktiven Teilen von SELV ≤ 25 V Wechselstrom oder Metallteilen, die von aktiven Teilen elektrisch getrennt sind	66
20.7 Abdeckungen, Abdeckplatten oder Betätigungsglieder – Anwendung von Lehren	66
20.8 Vertiefungen, Löcher und Hinterschneidungen	67
20.9 LSE zum Einschrauben	67
20.10 LSE zur Schienenmontage.....	67
21 Widerstand gegen Hitze	77
21.1 Grundlegende Wärmeprüfung.....	77
21.2 Kugeldruckprüfung an Teilen aus Isolierstoff, die notwendig sind, um stromführende Teile und Teile des Schutzleiterstromkreises in ihrer Lage zu halten.....	78
21.3 Kugeldruckprüfung an Teilen aus Isolierstoff, die nicht notwendig sind, um stromführende Teile und Teile des Schutzleiterstromkreises in ihrer Lage zu halten.....	78
22 Schrauben, stromführende Teile und Verbindungen	79
22.1 Allgemeines	79
22.2 Ordnungsgemäßes Einführen der Schrauben	80
22.3 Kontaktdruck von elektrischen Verbindungen.....	80
22.4. Schrauben und Niete zur elektrischen und mechanischen Verbindung	80
22.5 Werkstoffe von stromführenden Teilen	80
22.6 Gewindeformende und gewindeschneidende Schrauben.....	81
23 Kriechstrecken, Luftstrecken und Abstände durch Vergussmasse.....	81
23.1 Allgemeines	81
23.2 Vergussmasse	82
24 Wärme- und Feuerbeständigkeit von Isolierstoffen.....	84
24.1 Allgemeines	84
24.2 Glühdrahtprüfung.....	85
25 Beständigkeit gegen Rosten	87
26 EMV-Anforderungen.....	87
26.1 Störfestigkeit.....	87
26.2 Störaussendung	87
27 Koordination mit Kurzschlusschutzeinrichtungen.....	87
28 Weitere LSE-Anforderungen	94
Anhang A (informativ) Beispiele	95
Anhang B (normativ) Prüffolgen und Anzahl von Prüflingen	96
Anhang C (informativ).....	98
Anhang D (normativ) Bestimmung von Luft- und Kriechstrecken	99

	Seite
D.1 Allgemeines.....	99
D.2 Ausrichtung und Lage der Kriechstrecke	99
D.3 Kriechstrecken bei Verwendung von mehr als einem Werkstoff	99
D.4 Durch einen ungeerdeten leitenden Teil aufgeteilte Kriechstrecken	99
D.5 Messung von Kriech- und Luftstrecken.....	99
Anhang E (normativ) Anordnung für die Erkennung der Emission von ionisierten Gasen während Kurzschlussprüfungen.....	102

Bilder

Bild 1 – Allgemeine Architektur einer LSE.....	17
Bild 2 – Zeit-Strom-Kennlinie einer LSE der Klasse 1.....	21
Bild 3 – Normprüffinger.....	30
Bild 4 – Prüfstift zur Überprüfung des Schutzes gegen elektrischen Schlag	31
Bild 4 – Klemmen mit Bügel	36
Bild 5 – Buchsenklemmen	36
Bild 6 – Kopfkontaktklemmen und Bolzenklemmen	38
Bild 7 – Laschenklemmen	39
Bild 8 – Kabelschuhklemmen	40
Bild 9 – Gewindeformende Schraube (3.3.22)	40
Bild 10 – Gewindeschneidende Schraube (3.3.23).....	40
Bild 11a) – Festlegung der Richtung der anzuwendenden Kräfte.....	45
Bild 11b) – (Richtung für die Zugkraft am Leiter 30 N für 1 min).....	46
Bild 12 – Erwärmungsprüfung – Beispiel 1	57
Bild 13 – Erwärmungsprüfung – Beispiel 2	57
Bild 14 – Pendel der Schlagprüfvorrichtung	68
Bild 15 – Pendel der Schlagprüfvorrichtung (Schlagstück).....	69
Bild 16 – Montagerahmen des Prüflings	70
Bild 17 – Beispiel für einen Montagerahmen einer an der Rückseite gefestigten LSE.....	71
Bild 18 – Beispiel eines Montagerahmens eine LSE für die Schalttafelmontage	72
Bild 19 – Anwendung von Kräften an einer LSE für Schienenmontage.....	73
Bild 20 – Anordnung für die Prüfung an Abdeckplatten	73
Bild 21 – Lehre (Dicke: ungefähr 2 mm) zum Nachweis der Kontur von Abdeckungen, Abdeckplatten oder Betätigungsgliedern	74
Bild 22 – Beispiele für die Anwendung der Lehre nach Bild 21 an Abdeckungen, die schraubenlos an der Montagefläche oder der Auflagefläche befestigt sind.....	75
Bild 23 – Beispiele für die Anwendung der Lehre nach Bild 21	76
Bild 24 – Lehre zum Prüfen von Vertiefungen, Löchern und Hinterschneidungen	77
Bild 25 – Skizze, welche die Richtung der Anwendung der Lehre nach Bild 24 darstellt	77
Bild 26 – Vorrichtung für Kugeldruckprüfung.....	79
Bild 27 – Zeichnerische Darstellung.....	86
Bild 28 – Typischer Schaltplan für alle Koordinationsprüfungen.....	93

	Seite
Bild 29 – Einzelheit der Impedanzen Z und Z_1	94
Bild D.1 – Beispiele	101
Bild E.1 – Prüfanordnung	103
Bild E.2 – Gitter	104
Bild E.3 – Gitterstromkreis	104
Tabellen	
Tabelle 1 – Querschnitte (S) von Prüfkupferleitern gemäß den zugehörigen Bemessungsströmen	19
Tabelle 2 – Bemessungsstoßspannung in Abhängigkeit von der Nennspannung der Anlage	20
Tabelle 3 – Lastabwurfklassen	22
Tabelle 4 – Ausschaltzeit	23
Tabelle 5 – Funktionsklasse des Lastabwurfs	25
Tabelle 6 – Aufschriften und Positionen von Kennzeichnungen	27
Tabelle 7 – Zusammenhang zwischen Strömen und anschließbaren Querschnitten von Kupferleitern	29
Tabelle 8 – Anziehdrehmomente für den Nachweis der mechanischen Festigkeit von Schraubklemmen	32
Tabelle 9 – Prüfwerte für die Zugprüfung	34
Tabelle 10 – Maße und Anziehdrehmoment von Buchsenklemmen	37
Tabelle 11 – Maße und Anziehdrehmoment von Kopfkontakt- und Bolzenklemmen	38
Tabelle 12 – Maße und Anziehdrehmoment von Laschenklemmen	39
Tabelle 13 – Maße und Anziehdrehmoment von Kabelschuhklemmen	40
Tabelle 14 – Kräfte, die auf Abdeckungen, Abdeckplatten oder Betätigungsglieder, deren Befestigung nicht von Schrauben abhängig ist, ausgeübt werden	43
Tabelle 15 – Prüfspannung, Anlegepunkte und Mindestwerte des Isolationswiderstandes für den Nachweis der Spannungsfestigkeit	51
Tabelle 16 – Prüfspannungen von Hilfsstromkreisen	52
Tabelle 17 – Prüfspannungen für den Nachweis der Steh-Stoßspannung	54
Tabelle 18 – Ströme und Querschnitte von Kupferleitern für die Erwärmungsprüfung	56
Tabelle 19 – Zulässige Erwärmungswerte (Diese Tabelle beruht auf Tabelle 3 von IEC 60065)	58
Tabelle 20 – Anzahl von Betätigungen für die Prüfung im bestimmungsgemäßen Betrieb	60
Tabelle 21 – Fallhöhe für Schlagprüfung	64
Tabelle 22 – Minimale Luft- und Kriechstrecken	83
Tabelle 23 – Mindestwerte von $I^2 t$ und I_p	89
Tabelle 24 – Leistungsfaktoren für Kurzschlussprüfungen	90
Tabelle B.1 – Prüflinge für Prüfungen	96
Tabelle C.1 – Entsprechung zwischen ISO- und AWG-Kupferleitern	98

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 23K/19/CD:2016 „Particular requirements for load-shedding equipment (LSE)“ (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 23K „Electrical Energy Efficiency products“ 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 prEN nur 2 Monate 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 544 „Elektrische Einrichtungen für energieeffiziente Gebäudetechnik“ 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. ISO [und/oder] IEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Besondere Anforderungen für Lastabwurfeinrichtungen (LSE)

Einleitung

Zweck und Begründung: Bereitstellen von Anforderungen für Einrichtungen, die in Energieeffizienzsystemen verwendet werden, wie in 23/632/INF berichtet. Die vorliegende Internationale Norm behandelt Lastabwurf-einrichtungen.

1 Anwendungsbereich

Die vorliegende Internationale Norm ist anwendbar für Lastabwurfeinrichtungen (LSE) für den Hausgebrauch und ähnliche Anwendungen zur Optimierung der Gesamteffizienz des Verbrauchs elektrischer Energie einschließlich Erzeugung und Speicherung.

Die vorliegende Norm ist anwendbar für LSE zum Betrieb unter bestimmungsgemäßen Bedingungen:

- Wechselstromkreise mit einer Bemessungsfrequenz von 50 Hz oder 60 Hz, einer Bemessungsspannung nicht größer als 440 V (zwischen Phasen), einem Bemessungsstrom nicht größer als 125 A und einer Bemessungs-Kurzschlusskapazität nicht größer als 25 000 A;
- oder Gleichstromkreise ¹⁾.

LSE sind bestimmt für die Regelung einer oder mehrerer Lasten, Stromkreise oder Mesh-Netze, wenn:

- festgelegte Bedingungen in Bezug auf Zeit und Strom erreicht werden;
- ein Befehl von einem externen Systems empfangen wird.

Eine LSE ist vom Hersteller ausgelegt:

- entweder als eine Einzeleinrichtung mit allen erforderlichen Mitteln, welche die Regelung von Lasten ermöglichen (z. B. ist die Funktion des Elektroenergiemanagements (EEM; en: electrical energy management) in einer solchen Einrichtung eingebettet);
- oder als in ein Gerät integrierte Einzeleinrichtung (z. B. Schutzeinrichtung);
- oder als unabhängige Einrichtung, welche einen Teil eines Systems des Elektroenergiemanagements (EEMS; en: Electrical Energy Management System) bildet;
- oder als eine Baugruppe unabhängiger Komponenten, welche eine LSE bilden (z. B. eine LSE mit externen Stromsensoren);
- oder als Kombination der vorgenannten Punkte.

Beispiele für LSE sind in Anhang A angegeben.

Die vorliegende Norm ist anwendbar für Einrichtungen, welche in den festen Bestandteil der Anlage eingebaut sind:

LSE sind bestimmt für die Verwendung in Stromkreisen, in welchen der Fehlerschutz und sonstige Schutzeinrichtungen bereits entsprechend den Normen zu Anlagen (Normenreihe IEC 60364) durch die elektrische Anlage gewährleistet sind.

ANMERKUNG 1 Fehlerschutz (indirekter Kontaktschutz) kann zum Beispiel wie folgt abgedeckt werden:

- in TT-Systemen durch vorgeschaltete RCBO oder RCCB entsprechend IEC 61008-1 und IEC 61009-1;
- in einem TN-System durch Verwendung einer vorgeschalteten Überstromschutzeinrichtung.

Entsprechend ihres Charakters bieten LSE weder eine Trennfunktion noch einen Überstromschutz.

¹⁾ LSE für Gleichstromkreise sind in Beratung.

LSE werden üblicherweise durch unterwiesene Personen (IEV 195-04-02) oder sachverständige Personen (IEV 195-04-01) installiert und üblicherweise durch Laien (IEV 195-04-03) angewendet.

Die vorliegende Norm enthält alle Anforderungen, welche für die Sicherstellung der Übereinstimmung mit den Betriebseigenschaften erforderlich sind, die durch Typprüfungen für LSE gefordert werden, welche auf Einzeleinrichtungen oder auf einer Anordnung von unabhängigen Einrichtungen als Bestandteil eines vollständigen EEMS beruhen.

Diese Anforderungen sind anwendbar für Normbedingungen der Temperatur und Umgebung entsprechend den Angaben in 5.1. Sie sind anwendbar für LSE mit einem Schutzgrad von IP20, die für die Anwendung in einer Umgebung mit einem Verschmutzungsgrad 2 bestimmt sind. Zusätzliche Anforderungen sind möglicherweise für Geräte erforderlich, welche an Standorten verwendet werden, die schwierigere Umgebungsbedingungen aufweisen.

Wenn weitere Funktionen in die LSE eingeschlossen sind (z. B. Überstromschutz oder Trennschutz), müssen diese Funktionen den maßgeblichen Normen entsprechen.

Bei LSE, welche mit schraubenlosen Anschlussklemmen bereitgestellt werden, ist der Bemessungsstrom auf 20 A begrenzt.²⁾

Durch die vorliegende Norm abgedeckte LSE, mit Ausnahme jener mit Bemessung für 120 V oder 120/240 V bemessenen, sind für IT-Systeme geeignet.

2 Normative Verweisungen

Vorläufige Liste von verwiesenen Normen:

IEC 60664-1

IEC 60364-8-1

IEC 61140

IEC 60669-1

IEC 60669-2-1

IEC 60669-2-5

IEC 60898-1

IEC TR 61916

IEV – International Electrotechnical Vocabulary

3 Begriffe

3.1

Elektrische Energieeffizienz

EE

(en: Electric Energy Efficiency)

Systemansatz zur Optimierung der Effizienz der Verwendung elektrischer Energie

3.2

Energiemanagementsystem (elektrisch)

Electrical Energy Management System (EEMS)

System bestehend aus verschiedenen Einrichtungen und Geräten in der Anlage zum Zweck des Energieeffizienzmanagements

[QUELLE: IEC 60364-8-1:2014, 3.3.2]

²⁾ In AT, CZ, DK, NL, NO, CH beträgt der obere Grenzwert für schraubenlose Anschlussklemmen 16 A.

3.3

Energieeffizienzmanager EEM

(en: **Energy Efficiency Manager**)

Algorithmus zum Energiemanagement (Ressourcen und Lasten) in einem EEMS (System des Elektroenergiemanagements). Dieser Algorithmus darf in eine Einzelrichtung eingebettet sein oder von mehreren Einrichtungen gemeinsam verwendet werden

3.4

Bemessungslastabwurfstrom

I_{nLs}

(en: **rated load-shedding current value**)

Stromstärkewert, bei welchem der Lastabwurf erfolgt

3.5

Lastabwurfzyklus

Zeitspanne zwischen den Instanzen, bei welchen die LSE einen Stromkreis oder ein Mesh-Netz ausschaltet oder versucht (mindestens) einen/eines einzuschalten

3.6

Lastabwurfeinrichtung

LSE

(en: **load-shedding equipment**)

Einrichtung, welche in der Lage ist, den Strom und die Leistung in einem (oder mehreren) Mesh-Netz(en) zu überwachen, um ausgewählte Stromkreise bei Vorliegen bestimmter Bedingungen ein- und auszuschalten

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine LSE darf ein Einzelgerät oder eine Kombination mehrerer Einheiten sein.

Beispiele für Bedingungen zum Ein-/Ausschalten von Stromkreisen:

- Stromfluss in einer Last liegt über dem festgelegten Wert;
- Preis und/oder Verfügbarkeit von Energie;
- Nutzerprioritäten;
- Umweltbedingungen.

3.7

Höchstwert/Mindestwert des Lastabwurfstroms

in Beratung

3.8

Mesh-Netz

Gruppe elektrischer Einrichtungen, welche von einem oder mehreren Stromkreis(en) der elektrischen Anlage für eine oder mehrere Zonen, einschließlich einem oder mehreren Dienst(en) zum Zweck der Elektroenergieeffizienz, gespeist werden

Beispiele von Mesh-Netzen:

- ein oder mehrere Stromkreis(e) für einen Dienst einer oder mehrerer Zone(n). Z. B. Stromkreise für die Beleuchtung der Küche, der Hotelrezeption oder Lobby, des Schwimmbeckens, usw.;
- ein oder mehrere Stromkreis(e) für einen oder mehrere Dienst(e) in nur einer Zone. Z. B. Stromkreise zum Heizen und Beleuchten der Hotelrezeption;
- ein oder mehrere Stromkreis(e), der (die) nur einem Dienst in einer Zone zugewiesen ist (sind). Z. B. Stromkreise im nördlichen Teil des Wasseraufbereitungssystems.

3.9

bedingter Bemessungskurzschlussstrom

I_{nc}

vom Hersteller angegebener unbeeinflusster Strom, dem die LSE, welche durch eine integrierte oder externe vom Hersteller vorgegebene Kurzschlusschutzeinrichtung geschützt ist, während der Betriebszeit dieser Einrichtung unter den in der maßgeblichen Produktnorm festgelegten Prüfbedingungen zufriedenstellend standhalten kann

[QUELLE: IEC 60898-1:2015, 3.5.14.9, modifiziert]

3.10

Bemessungsstrom

I_n

der einer LSE vom Hersteller zugewiesene Wert des Stroms, welchen die Einrichtung im Dauerbetrieb führen kann

3.11

Bemessungsfrequenz

die Bemessungsfrequenz einer LSE ist die Netzfrequenz, für welche die LSE ausgelegt ist und auf welche sich die Werte der anderen Kenngrößen beziehen

Anmerkung 1 zum Begriff: Derselben Einrichtung dürfen mehrere Bemessungsfrequenzen zugewiesen sein.

3.12

Bemessungs-Einschalt-/Ausschaltvermögen

I_m

der Effektivwert der Wechselstromkomponente des unbeeinflussten Stroms, zugewiesen vom Hersteller, welchen eine LSE unter festgelegten Bedingungen einschalten, führen oder ausschalten kann

3.13

Bemessungsstoßspannung

U_{imp}

Wert einer Steh-Stoßspannung, der vom Hersteller für eine Einrichtung oder für einen Teil davon angegeben wurde, und der das festgelegte Stehvermögen seiner Isolierung gegenüber transienten Überspannungen angibt

[QUELLE: IEC 60664-1:2007, 3.9.2, modifiziert durch Ergänzung des Akronyms]

3.14

Bemessungsisolationsspannung

U_i

die Bemessungsisolationsspannung einer Einrichtung ist der vom Hersteller angegebene Wert, auf welchen sich dielektrische Prüfspannungen und Kriechstrecken beziehen

3.15

Bemessungsspannung

die Bemessungsspannung ist der vom Hersteller angegebene Wert der Spannung, auf welchen das Betriebsverhalten bezogen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieselbe LSE darf verschiedene Bemessungsspannungen haben.

3.16

Bemessungsbetriebsspannung

U_e

die Bemessungsbetriebsspannung (im Weiteren als Bemessungsspannung bezeichnet) ist der vom Hersteller angegebene Wert der Spannung einer LSE, auf welchen das Betriebsverhalten (insbesondere das Kurzschlussverhalten) bezogen wird

3.17

Klemme

Anschlussklemme

leitfähiges Teil einer Einrichtung, das zum mehrmaligen elektrischen Anschluss an externe Stromkreise bestimmt ist

[QUELLE: IEC 60898-1:2015, 3.3.12]

3.18

Schraubklemme

Klemme zum Anschließen und nachfolgendem Lösen eines Leiters oder zum Anschließen von zwei oder mehr Leitern, die gelöst werden können, wobei der Anschluss direkt oder indirekt mittels Schrauben oder Muttern jeder Art erfolgen kann

[QUELLE: IEC 60898-1:2015, 3.3.12.1]

3.19

Klemmstelle

Teil oder Teile einer Klemme, das/die für die mechanische Klemmung und den elektrischen Anschluss des Leiters (der Leiter) notwendig sind

[QUELLE: IEC 60669-1:2007, 3.4]

3.20

Klemme mit Schraubklemmung

Klemme, die ausschließlich zur Klemmverbindung von (einem) äußeren starren oder flexiblen Leiter(n) vorgesehen ist

[QUELLE: IEC 60669-1:2007, 3.5]

3.21

Buchsenklemme

Schraubklemme, bei welcher der Leiter in eine Bohrung oder einen Hohlraum eingeführt wird, wo er unter den Schaft der Schraube(n) geklemmt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Klemmdruck darf unmittelbar durch den Schaft der Schraube oder durch ein Zwischenstück, auf welches der Druck des Schaftes der Schraube ausgeübt wird, übertragen werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Beispiele für Buchsenklemmen sind in Abschnitt 12, Bild 5, angegeben.

[QUELLE: IEC 60050-442:1984, 442-06-22]

3.22

Kopfkontaktklemme

Schraubklemme, bei welcher der Leiter unter den Kopf der Schraube geklemmt wird, und der Klemmdruck unmittelbar durch den Kopf der Schraube oder durch ein Zwischenstück, wie eine Unterlegscheibe, eine Klemmplatte oder eine Vorrichtung, die das Spreizen der Leiter verhindert, übertragen werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für Kopfkontaktklemmen sind in Abschnitt 12, Bild 6, angegeben.

[QUELLE: IEC 60050-442:1984, 442-06-08]

3.23

Bolzenklemme

Schraubklemme, bei welcher der Leiter unter einer Mutter geklemmt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Klemmdruck kann unmittelbar durch eine zweckmäßig geformte Mutter oder durch ein Zwischenstück, wie eine Unterlegscheibe, eine Klemmplatte oder eine Vorrichtung, die das Spreizen der Leiter verhindert, übertragen werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Beispiele für Kopfkontaktklemmen sind in Abschnitt 12, Bild 6, angegeben.

[QUELLE: IEC 60050-442:1984, 442-06-08]

3.24

Laschenklemme

Schraubklemme, bei welcher der Leiter mit Hilfe von zwei oder mehr Schrauben oder Muttern unter eine Lasche geklemmt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für Laschenklemmen sind in Abschnitt 12, Bild 7, angegeben.

[QUELLE: IEC 60050-442:1984, 442-06-09]

3.25

Kabelschuhklemme

Schraubklemme, welche für das unmittelbare oder mittelbare Anklemmen eines Kabelschuhs oder einer Schiene mit einer Schraube oder Mutter vorgesehen ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für Kabelschuhklemmen sind in Abschnitt 12, Bild 8, angegeben.

[QUELLE: IEC 60050-442:1984, 442-06-16]

3.26

schraubenlose Klemme

Verbindungs Vorrichtung für das Anschließen und nachfolgende Lösen eines starren (ein- oder mehrdrähtigen) Leiters oder eines flexiblen Leiters oder zum Verbinden zweier Leiter, die gelöst werden können, wobei die Verbindung unmittelbar oder mittelbar mit Federn, Keilen, Exzentern oder Kegeln usw. bewirkt wird, und zwar ohne besondere Vorbereitung des betreffenden Leiters, außer Entfernen der Isolierung

[QUELLE: IEC 60669-1:2007, 3.12]

3.27

Klemme mit schraubenloser Klemmung

Anschlussklemme für das Anschließen und nachfolgende Lösen, wobei der Anschluss unmittelbar oder mittelbar durch Federn, Keile oder ähnliches erfolgt

[QUELLE: IEC 60898-1:2015, J.3.2]

3.28

selbstschneidende Schraube

Schraube, die aus einem Werkstoff gefertigt ist, welcher eine größere Festigkeit gegen Formänderung hat, wenn die Schraube drehend in eine Bohrung in einem Werkstoff mit einer geringeren Festigkeit gegen Formänderung eingesetzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Schraube ist mit einem konischen Gewinde gefertigt, wobei der Konus auf dem Kerndurchmesser des Gewindes im Endbereich der Schraube angebracht ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das beim Einsatz der Schraube hergestellte Gewinde wird nur nach einer genügenden Anzahl von Umdrehungen, die die Anzahl von Gewindegängen auf dem konischen Teil der Schraube übersteigen muss, sicher gebildet.

[QUELLE: IEC 60898-1:2015, 3.3.13]

3.29

gewindeformende Schraube

Schraube mit ununterbrochenem Gewinde, die beim Einschrauben ein Gewinde durch Verdrängen von Material formt

Anmerkung 1 zum Begriff: Es ist keine Funktion dieses Gewindes, Material aus der Bohrung zu entfernen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Beispiele für gewindeformende Schrauben sind in Abschnitt 12, Bild 9, angegeben.

[QUELLE: IEC 60669-1:2007, 3.13, modifiziert, Anmerkung 1 zum Begriff wurde ergänzt]

3.30

gewindeschneidende Schraube

Schraube mit unterbrochenem Gewinde, die beim Einschrauben ein Gewinde durch Wegnahme von Material formt

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für gewindeschneidende Schrauben sind in Abschnitt 12, Bild 10, angegeben.

[QUELLE: IEC 60669-1:2007, 3.14]

3.31

LSE-Eingang

Messung des Stroms zur Regelung der LSE-Ausgänge

3.32

LSE-Ausgang

Ausgangsstromkreise, welche EIN- oder AUS-geschaltet werden dürfen, zur Optimierung der Energienutzung unter festgelegten Bedingungen hinsichtlich Zeit und Stromstärken, oder weiteren vorgegebenen Bedingungen, oder auf der Grundlage von Informationen, die von externen Systemen oder vom Elektroenergieversorger empfangen wurden. Eine LSE darf mit mehr als einem Ausgang ausgestattet sein und darf Ausgänge mit unterschiedlicher Priorität haben

3.33

Prioritätsausgang

Ausgang, welcher nicht überwacht wird, d. h. er wird nicht AUS- oder EIN-geschaltet

3.34

Verschmutzung

jede Ablagerung fester, flüssiger oder gasförmiger Fremdstoffe, die die elektrische Festigkeit oder den Oberflächenwiderstand der Isolierung verringern kann

[QUELLE: IEC 60664-1:2007, 3.11]

3.35

Verschmutzungsgrad

Zahlenwert, der die zu erwartende Verschmutzung der Mikro-Umgebung angibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Aufgrund eines bereitgestellten Schutzes mittels eines Gehäuses oder einer internen Heizung zum Vermeiden von Absorption oder Kondensation von Feuchtigkeit, kann sich der Verschmutzungsgrad, welchem Betriebsmittel ausgesetzt sind, von dem der Makroumgebung, in welcher das Betriebsmittel angeordnet ist, unterscheiden.

[QUELLE: IEC 60664-1:2007, 3.13, modifiziert – Ergänzung von Anmerkung 1 zum Begriff]

3.36

Mindestwert und Höchstwert des Stroms für Lastabwurf ($I_{nLs\ min}$ und $I_{nLs\ max}$)

Stromwerte, zwischen welchen eine LSE einen (oder mehrere) Ausgang (Ausgänge) AUS-schaltet. Entsprechend der vorliegenden Norm ist der Mindestwert des Stroms für Lastabwurf festgelegt als gleich dem Kein-Lastabwurf-Strom

3.37

Kein-Lastabwurf-Strom

I_{nNs}

Wert der Stromstärke, bei welchem eine LSE keinen der Ausgänge AUS-schaltet

3.38

Lastwiedereinschaltstrom

I_{nLr}

Wert der Stromstärke, bei welchem eine LSE jegliche Ausgänge, die sich im Zustand des Öffnungsmodus befinden, wieder einschalten darf. Entsprechend der vorliegenden Norm ist dieser Strom festgelegt als gleich 95 % des Kein-Lastabwurf-Stroms

3.39

Höchstdauer für Lastabwurf

$T_{s \max}$

höchste zulässige Dauer für eine LSE

- zur Verringerung des gemessenen Stroms auf einen Wert, welcher geringer als der Kein-Lastabwurf-Strom (I_{nNs}) ist, immer dann, wenn vorgegebene Überlastbedingungen für Strom (oder Leistung) erreicht werden;
- oder, um immer dann zu reagieren, wenn ein Auftreten von Lastabwurf aufgrund von Informationen wahrscheinlich ist, welche von externen Einrichtungen, z. B. dem EEMS oder dem Elektroenergieversorger, empfangen werden

3.40

Mindestdauer für Lastabwurf

$T_{s \min}$

Mindestdauer, in welcher eine LSE auf keinerlei Strom- oder Leistungsüberlasten reagiert (AUS-schalten nicht zulässig)

3.41

Mindest-Ausschaltdauer

$T_{d \min}$

Mindestdauer, während welcher eine LSE keinen der Ausgänge wiedereinschalten darf

3.42

schaltbarer neutraler Pol

Pol, der nur zum Schalten des Neutralleiters bestimmt ist, und kein Kurzschlusschaltvermögen zu haben braucht

[QUELLE: IEC 60898-1:2015, 3.2.7.3]

3.43

Einschaltstellung

Stellung, in der die vorgegebene Durchschaltung des Hauptstromkreises der LSE sichergestellt ist

[QUELLE: IEC 60898-1:2015, 3.2.8, modifiziert]

3.44

Ausschaltstellung

Stellung, in der die vorgegebene Luftstrecke zwischen den offenen Kontakten im Hauptstromkreis der LSE sichergestellt ist

[QUELLE: IEC 60898-1:2015, 3.2.9, modifiziert]

3.45

Trennen

Trennfunktion

Funktion zur Abschaltung der Spannungsversorgung der gesamten Anlage oder eines Anlageteils, wobei die Anlage aus Sicherheitsgründen von jeglicher elektrischer Energiequelle getrennt wird

[QUELLE: IEC 60974-1:2007, 3.21]

3.46

Betätigungsglied

Teil, das gezogen, gedrückt, gedreht oder anderweitig bewegt wird, um eine Betätigung der LSE zu bewirken

[QUELLE: IEC 60669-1:2007, 3.21, modifiziert]

[IEV 442-04-14]

4 Allgemeine Anforderungen

4.1 Allgemeines

LSE müssen folgendes berücksichtigen können:

- die Messung des Stroms oder der Leistung innerhalb eines oder mehreren Stromkreisen oder Mesh-Netzen;
- einen oder mehrere Eingänge (z. B. Messung von Laststrom/-leistung, Energiepreis, Nutzereingaben, usw.),

um den Strom oder die Leistung innerhalb dieses (oder dieser) Mesh-Netze(s) unterhalb der vorgegebenen Werte zu halten, indem Stromkreise (Mesh-Netze) verbunden/getrennt werden.

Die LSE muss die nachgeschalteten Lasten entsprechend der festgelegten Zeit schalten – Stromkriterien entsprechen den Festlegungen in Abschnitt 6.

Die Übereinstimmung einer LSE liegt vor, wenn alle maßgeblichen Anforderungen und Prüfungen der vorliegenden Norm erfüllt sind.

4.2 Architektur

Die allgemeine Architektur der LSE ist in Bild 1 dargestellt.

Die in einer LSE eingeschlossenen Einheiten, entsprechend 7.2, Tabelle 5, sind:

- Stromsensor(en);
- Verarbeitung&Bewertung: handhabt die Lasten entsprechend der folgenden Bedingungen:
 - Stromwerte: Vergleich zwischen den Mess- und den Schwellenwerten;
 - Besondere Bedingungen, die sich aufgrund von Versorgungseinrichtungen (z. B. intelligenter Zähler (Smart Meter)) oder durch das EEMS (wahlfrei) ergeben;
 - Austausch von Informationen mit den Lasten (wahlfrei);
 - Nutzereinstellungen;
 - Die vollständige Verarbeitung und Bewertung darf vollständig in der LSE selbst oder gemeinsam von LSE und EEMS (sofern verfügbar) ausgeführt werden.
- Schalten (von Nicht-Prioritätsausgängen): darf gemeinsam von LSE und externen Schalteinheiten vorgenommen werden;
- HMI (Mensch-Maschine-Schnittstelle; en: Human Machine Interface): darf gemeinsam von der LSE und dem EEMS umgesetzt werden;

- EEMS-Schnittstelle(n), wahlfrei;
- Lastschnittstelle ermöglicht den Informationsaustausch mit den Lasten (z. B. könnte eine Waschmaschine während einer bestimmten Phase ihres Betriebszyklus nicht ausgeschaltet werden), welche für die Verarbeitungs- und Bewertungseinheit (wahlfrei) bereitgestellt werden;
- Zusätzliche Schnittstellen, z. B. für externe Sensoren, (intelligente) Zählergeräte (wahlfrei).

Die Strom-/Leistungssensoren dürfen als eine (externe) Zusatzeinrichtung der LSE bereitgestellt werden.

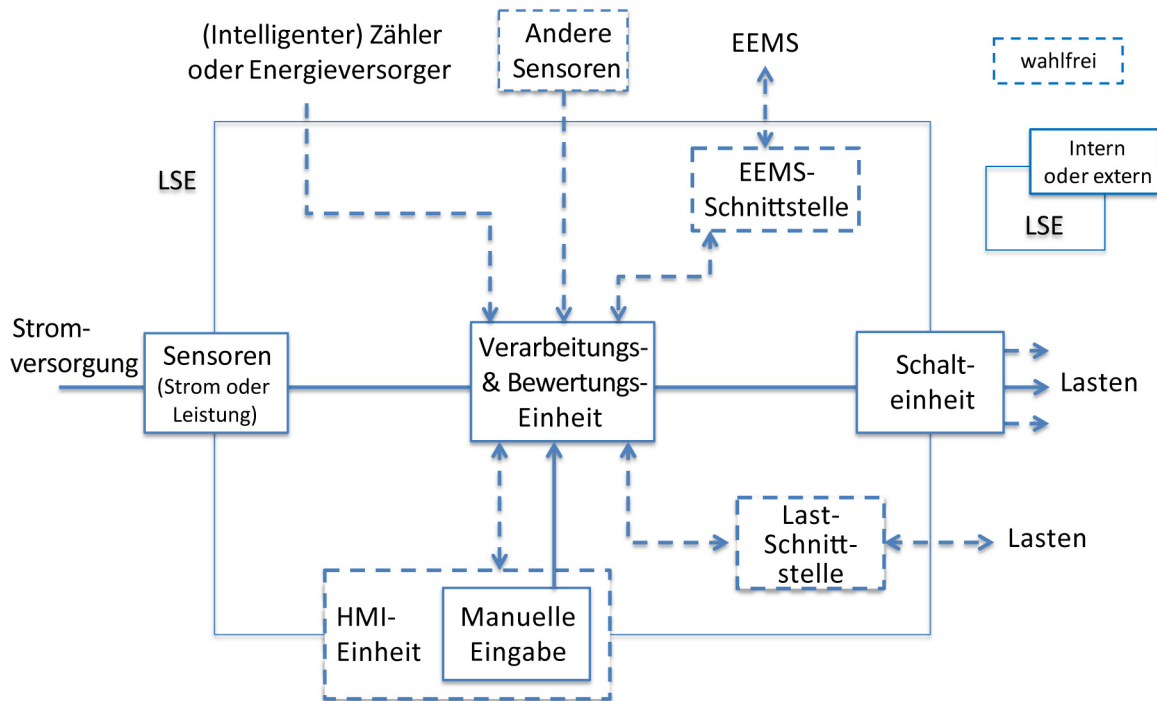


Bild 1 – Allgemeine Architektur einer LSE

4.3 Normbedingungen für den Betrieb im Einsatz

Wie in Bild 1 dargestellt, darf die LSE selbst auf die Verarbeitungs- und Bewertungseinheit beschränkt werden, wobei weitere Einheiten als Teil eines Systems des Elektroenergiemanagements (EEMS) in andere Einrichtungen eingebettet sind.

- Für LSE entsprechend 7.6.1 gelten alle Prüfungen der vorliegenden Norm.
- Für LSE entsprechend 7.6.2 müssen die LSE mit dem (den) vom Hersteller festgelegten Sensor(en) geprüft werden, und die LSE-Klasse wird entsprechend dieses Sensors festgelegt.
- Für LSE entsprechend 7.6.3:
 - gelten alle Prüfungen der vorliegenden Norm für die Verarbeitungs- und Bewertungseinrichtung;
 - jede Einrichtung muss ihrer maßgeblichen Produktnorm (sofern vorhanden) entsprechen oder die maßgebliche(n) Prüfung(en) der vorliegenden Norm bestehen, wenn diese strenger sind;
 - das vollständige System muss entsprechend Abschnitt 19 geprüft werden. Für bestimmte Einrichtungen sind möglicherweise weitere Prüfungen erforderlich.

Anmerkung des Sekretariats: Nationale Komitees sind dazu aufgerufen, zu diesem spezifischen Thema Beiträge einzureichen.

Bei LSE, die mit einem EEMS verbunden sind, d. h. mit Fernsteuerung, ist zur Übernahme jeglicher automatischer LSE-Betriebsarten eine manuelle Eingabe als Teil der HMI-Einheit erforderlich, um dazu in der Lage zu sein, die Einstellungen bei Bedarf immer festlegen und ändern zu können.

Wenn die manuelle Eingabe nicht in die Verarbeitungs- und Bewertungseinheit eingebettet ist (z. B. ferngesteuerte HMI über EEMS), muss die LSE eine Grundbetriebsart für den Fall eines möglichen Kommunikationsausfalls zwischen der LSE-Einheit und der entfernten HMI sicherstellen.

LSE schließen möglicherweise einen Kurzschluss- und Überlastschutz ein, oder nicht. Wenn diese Funktion nicht durch die LSE bereitgestellt wird, muss die LSE durch eine externe KurzschlussSchutzeinrichtung (SCPD; en: short circuit protective device) geschützt werden und es müssen Koordinationsprüfungen durchgeführt werden.

LSE mit zusätzlichen Funktionen, welche nicht durch die vorliegende Norm abgedeckt werden (z. B. Überstromschutz oder Trennschutz), müssen ihren maßgeblichen Normen entsprechen.

5 Allgemeine Bemerkungen zu Prüfungen

5.1 Umgebungsbedingungen

Der vorliegenden Norm entsprechende LSE müssen zum Betrieb unter den folgenden Normbedingungen in der Lage sein.

Umgebungstemperaturbereich im bestimmungsgemäßen Gebrauch

LSE sind für den bestimmungsgemäßen Gebrauch bei Umgebungstemperaturen geeignet, welche üblicherweise 40 °C nicht überschreiten, wobei jedoch deren Mittelwert über eine Dauer von 24 h 35 °C nicht überschreitet, mit einem unteren Grenzwert der Umgebungstemperatur von – 5 °C.

ANMERKUNG 1 Dieser Temperaturbereich entspricht „AA4“ nach IEC 60364-5-51:2005, Tabelle 51A, einem Teil des Temperaturbereichs von IEC 60721-3-3, Klasse 3K5, wobei die höchste Lufttemperatur auf 40 °C beschränkt ist.

ANMERKUNG 2 In bestimmten Fällen sind möglicherweise Vorsichtsmaßnahmen erforderlich. Einrichtungen, die für die Verwendung in Umgebungstemperaturen über +40 °C (insbesondere in tropischen Ländern) oder unter – 5 °C bestimmt sind, sollten entweder besonders ausgelegt sein oder entsprechend den Angaben in den technischen Dokumentationen der Hersteller verwendet werden.

Relative Luftfeuchte

Sofern nicht anders festgelegt, überschreitet die relative Luftfeuchte bei einer Temperatur von 40 °C nicht 50 %.

Höhere Werte der relativen Luftfeuchte sind bei niedrigeren Temperaturen zulässig (zum Beispiel 90 % bei 20 °C).

Durch geeignete Mittel (zum Beispiel Ablaufbohrungen) sollten Vorkehrungen hinsichtlich geringfügiger Kondensation getroffen werden, die möglicherweise gelegentlich aufgrund von Temperaturschwankungen auftritt.

Höhe über Normalnull

Sofern nicht anders festgelegt, sind LSE für eine Installation in einer Höhe nicht über 2 000 m (6 600 ft) über Normalnull bestimmt.

Bei Installationen in größerer Höhe über Normalnull ist es erforderlich, die Verringerung der Spannungsfestigkeit und der Kühlwirkung der Luft zu berücksichtigen. Einrichtungen, die für eine derartige Verwendung bestimmt sind, müssen dafür besonders ausgelegt sein oder entsprechend einer Vereinbarung zwischen dem Hersteller und dem Nutzer verwendet werden. An die Stelle einer solchen Vereinbarung dürfen Angaben des Herstellers in seiner technischen Dokumentation treten.

5.2 Allgemeine Prüfverfahren und Prüflinge

Prüfungen müssen in Prüffolgen und an Prüflingen entsprechend den Festlegungen in Anhang B durchgeführt werden.

Während den Prüfungen ist keine Instandhaltung oder Demontage der Prüflinge zulässig und Prüflinge dürfen nicht geschmiert werden.

Sofern nicht anders festgelegt,

- werden die Prüflinge wie geliefert und unter Bedingungen des bestimmungsgemäßen Gebrauchs geprüft;
- Prüfungen (oder Prüffolgen) werden an Prüflingen in einem sauberen und neuwertigen Zustand durchgeführt;
- je Prüffolge werden drei Prüflinge geprüft;
- Prüfungen werden im Freien bei einer Umgebungstemperatur von $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ durchgeführt;
- Prüfungen werden bei der Bemessungsfrequenz ± 5 Hz und einer geeigneten Spannung durchgeführt;
- Grenzwerte sind eingestellt bei $^{+5}_0$ % für Ströme, ± 5 % für Spannungen, bei $^{0}_{-0,05}$ für Leistungsfaktoren und bei ± 5 % für die Dauer.

Wenn eine Grenzwertabweichung nicht speziell festgelegt ist, werden Typprüfungen bei Werten durchgeführt, deren Schärfe nicht geringer ist, als die in der vorliegenden Norm festgelegten.

Sofern nicht anders festgelegt:

- sind die Prüflinge mit geeigneten Kabeln entsprechend den Festlegungen in Tabelle 1 verdrahtet;
- entsprechen die an den Schrauben der Klemmen anzuwendenden Anzugsdrehmomente 2/3 der in Tabelle 8 festgelegten Werte, wobei Schrauben und Muttern nicht ruckartig angezogen werden dürfen;
- werden die Prüflinge auf einer matten, schwarz gestrichenen Sperrholzplatte einer Dicke von 20 mm befestigt, wobei die Befestigungsmethode jegliche Anforderungen erfüllen muss, die vom Hersteller hinsichtlich der Montagemittel empfohlen werden.

Tabelle 1 – Querschnitte (S) von Prüfkupferleitern gemäß den zugehörigen Bemessungsströmen

S mm ²	Werte des Bemessungsstroms I_n A
1	$I_n \leq 6$
1,5	$6 < I_n \leq 13$
2,5	$13 < I_n \leq 20$
4	$20 < I_n \leq 25$
6	$25 < I_n \leq 32$
10	$32 < I_n \leq 50$
16	$50 < I_n \leq 63$
25	$63 < I_n \leq 80$
35	$80 < I_n \leq 100$
50	$100 < I_n \leq 125$

6 Bemessungswerte

6.1 Allgemeines

Bemessungsbetriebsspannungen

Die Werte der Bemessungsspannungen sind:

- Wechselstrom einphasig: 120 V, 230 V Außenleiter-Neutraleiter;
- Wechselstrom dreiphasig: 120V/208V, 230V/400V (Außenleiter-Neutraleiter/Außenleiter-Außenleiter);
- Bemessungsgleichstrom: in Beratung.

ANMERKUNG 1 Überall, wo im vorliegenden Dokument auf 230 V oder 400 V verwiesen wird, darf dies als 220 V oder 240 V beziehungsweise 380 V oder 415 V gelesen werden.

ANMERKUNG 2 Überall, wo im vorliegenden Dokument auf 120 V, 240 V oder 120/240 V verwiesen wird, darf dies als 100 V oder 110 V beziehungsweise 200 V oder 100/200 V gelesen werden.

ANMERKUNG 3 In IEC 60038 wurde der Wert der Netzspannung von 230/400 V normiert. Dieser Wert wird zunehmend die Werte 220/380 V und 240/415 V ersetzen.

Bemessungsisolationsspannung

Sofern nicht anders festgelegt, entspricht die Bemessungsisolationsspannung dem Wert der Bemessungsspannung der LSE. Auf keinen Fall darf die größte Bemessungsspannung die Bemessungsisolationsspannung überschreiten.

Bemessungsstoßspannung

Die Bemessungsstoßspannung einer LSE muss gleich oder größer als die Normwerte der Bemessungsstoßspannungen in Tabelle 2 sein.

Tabelle 2 – Bemessungsstoßspannung in Abhängigkeit von der Nennspannung der Anlage

Bemessungsstoßspannung U_{imp} kV	Nennspannung der Anlage		
	Einphasiges System V	Einphasiges System mit geerdetem Mittelleiter V	Dreiphasiges System V
2,5 ^a	120	120/240 ^b	120/208
4 ^a	230	120/240, 240 ^b	230/400, 400

Höchstwert des Bemessungsstroms:

- Wechselstrom einphasig/dreiphasig: 125 A;
- Gleichstrom: In Beratung.

Vorzugswerte des Bemessungsstroms:

- Wechselstrom einphasig/dreiphasig: 6 A, 8 A, 10 A, 13 A, 16 A, 20 A, 25 A, 32 A, 40 A, 50 A, 63 A, 80 A, 100 A und 125 A;
- Gleichstrom: In Beratung.

Mindestwert des Bemessungs-Einschalt-/Ausschaltvermögens (I_m): 1,25 I_n .

Bemessungsfrequenz: 50 Hz und 60 Hz.

Bedingter Bemessungskurzschlussstrom:

- Normwerte bis einschließlich 10 000 A: 1 500 A, 3 000 A, 4 500 A, 6 000 A, 10 000 A.

ANMERKUNG Die Werte 1 000 A, 2 000 A, 2 500 A, 5 000 A, 7 500 A und 9 000 A werden in einigen Ländern ebenfalls als Normwerte angesehen.

- Werte über 10 000 A bis einschließlich 25 000 A: der Vorzugswert ist 20 000 A.

6.2 Vorzugswerte des Lastabwurfstroms (I_{nLs})

Vorzugswerte des Lastabwurfstroms sind: 6 A, 8 A, 10 A, 13 A, 16 A, 20 A, 25 A, 32 A, 40 A, 50 A, 63 A, 80 A, 100 A und 125 A.

6.3 Zeit-Strom-Kennlinie

LSE müssen in der Lage sein, innerhalb der festgelegten Bedingungen von Zeit und Strömen, wie in den Tabellen 3 und 4 festgelegt und in Bild 2 dargestellt, zu reagieren.

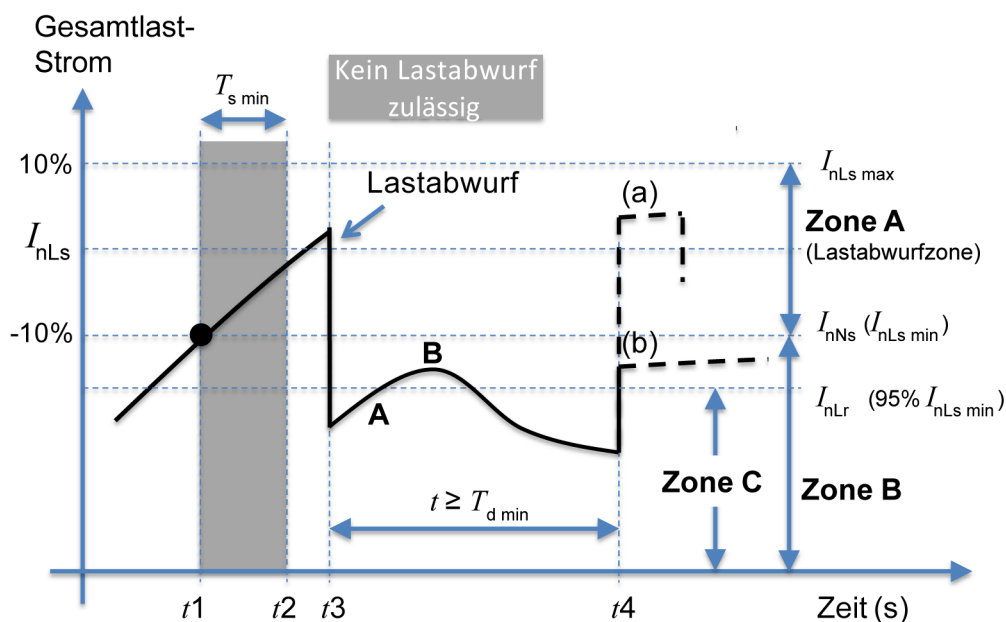


Bild 2 – Zeit-Strom-Kennlinie einer LSE der Klasse 1

Legende:

- t_1 : Zeit, bei welcher der Wert von I_{nNs} überschritten wird;
- $t_2 (= t_1 + T_{s \min} = t_1 + 0,5 \text{ s})$: Zeit, bis zu welcher ein Lastabwurf nicht zulässig ist (kein AUS-Schalten, um unerwünschte Schaltungen im Fall von kurzzeitigen Überströmen zu verhindern);
- $t_3 (\geq t_1 T_{s \min})$: Ausschalten eines (oder mehrerer) Ausgangs (Ausgänge), Verringerung des Stroms auf einen Wert geringer als $I_{nLs \min}$. Ausschalten muss erfolgen, bevor der gemessene Strom $I_{nLs \max}$ erreicht und vor $T_{s \max}$.
- t_4 : LSE schaltet wieder ein (der gemessene Strom ist geringer als I_{nLr}), wenn eine ausreichende Zeit vergangen ist ($t_4 \geq t_3 + T_{d \min}$). A: Kein Wiedereinschalten, weil nicht ausreichend Zeit vergangen ist. B: Wiedereinschalten konnte nicht erfolgen (Strom $\geq I_{nLr}$), obwohl eine ausreichende Zeit vergangen ist.
- I_{nLs} : Lastabwurfstrom (Stromeinstellungen);
- $I_{nLs \max}$: Höchststrom für Lastabwurf;
- $I_{nLs \min}$: Mindeststrom für Lastabwurf;

- I_{nNs} : Kein-Lastabwurfstrom (= 90 % von I_{nLs} in diesem Beispiel);
- I_{nLr} : Last-Wiedereinschaltstrom (= 95 % von I_{nNs});
- $T_{s \max}$: Maximalzeit für Lastabwurf;
- $T_{s \min}$: Minimalzeit für Lastabwurf;
- $T_{d \min}$: Mindesttrennzeit, während welcher ein Wiedereinschalten nicht zulässig ist;
- Zone A: Bereich von Strömen, innerhalb welchen die LSE immer einen (oder mehrere) Ausgänge AUS-Schalten muss, solange die gemessenen Ströme größer als $I_{nLs \min}$ sind;
- Zone B: Bereich von Strömen, innerhalb welchem die LSE auch keinen der Ausgänge AUS-Schalten darf, solange die gemessenen Ströme geringer als $I_{nLs \min}$ sind;
- Zone C: Bereich von Strömen, innerhalb welchem die LSE ihre Ausgänge wiedereinschalten muss, nachdem die Zeit ($T_{d \min}$) vergangen ist.

In 6.3.1, Tabelle3, sind sechs Lastabwurfklassen von LSE festgelegt. LSE dürfen in unterschiedliche Klassen eingeteilt werden, wobei Prüfungen in diesem Fall für jede Klasse durchgeführt werden müssen:

- Normwerte für Lastabwurfklassen: 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5. 5 ist die höchste zulässige Klasse;
- Normwerte für $T_{s \min}$: 0,5; 1; 2; 5; 10 s. 0,5 s ist die zulässige Mindestzeit;
- Vorzugswerte für $T_{d \min}$: 1; 2; 5; 10 min.

6.3.1 Stromgrenzwerte (I_{nLs})

Die LSE muss in der Lage sein, nacheinander oder gleichzeitig alle ihre Ausgänge auszuschalten, solange der durch die LSE gemessene Strom höher als der in Tabelle 3 festgelegte Wert für Lastabwurf ist. Lastabwurf ist zulässig bei Werten zwischen $I_{nLs \min}$ und $I_{nLs \max}$. Lastabwurf muss jedoch immer bei Werten geringer als $I_{nLs \max}$ stattfinden.

Tabelle 3 – Lastabwurfklassen

Lastabwurfklasse	Höchster Stromwert für Kein-Lastabwurf (I_{nNs})	Niedrigster Stromwert für Lastabwurf ($I_{nLs \min}$)	Höchster Stromwert für Lastabwurf ($I_{nLs \max}$)
0,1	$0,99 I_{nLs}$	$> 0,99 I_{nLs}$	$< 1,01 I_{nLs}$
0,2	$0,98 I_{nLs}$	$> 0,98 I_{nLs}$	$< 1,02 I_{nLs}$
0,5	$0,95 I_{nLs}$	$> 0,95 I_{nLs}$	$< 1,05 I_{nLs}$
1	$0,9 I_{nLs}$	$> 0,9 I_{nLs}$	$< 1,1 I_{nLs}$
2	$0,8 I_{nLs}$	$> 0,8 I_{nLs}$	$< 1,2 I_{nLs}$
5	$0,8 I_{nLs}$	$> 0,8 I_{nLs}$	$< 1,5 I_{nLs}$

Die Verwendung von Klasse 5 am Ursprung von Anlagen, d. h. unmittelbar der Hauptschutzeinrichtung der Anlage nachgeschaltet, ist nicht zulässig.

6.3.2 Mindest-Ausschaltzeit

Um unerwünschtes Schalten zu vermeiden, darf für Zeiten geringer als $T_{s \min} = 0,5$ s nie ein Schalten erfolgen.

Im Fall von Strömen größer als die Stromwerte von $I_{nLs\ min}$ in Tabelle 3, muss die LSE in der Lage sein, nacheinander oder gleichzeitig alle ihre Ausgänge innerhalb von Zeiten niedriger als $T_{s\ max}$, wie in Tabelle 4 festgelegt, auszuschalten.

ANMERKUNG Ein Ausschalten von LSE-Ausgängen wird als ausreichend schnell erachtet, um ein unerwünschtes Auslösen von vorgeschalteten Überlastschutzeinrichtungen zu vermeiden.

Tabelle 4 – Ausschaltzeit

Lastabwurfklasse	I_m/I_{nLs} (1)	Minimalzeit $T_{s\ min}$ (s)	Maximalzeit $T_{s\ max}$ (s)
0,1	1,01	0,5	
0,2	1,02	0,5	
0,5	1,05	0,5	5
1	1,1	0,5	5
2	1,2	0,5	2
5	1,4	0,5	2
(1) I_m ist der zu jeder Zeit von der Lastabwurfleinrichtung gemessene Strom. Eine Einrichtung mit mehreren Lastabwurfströmen darf mehrere Stromwerte gleichzeitig messen.			

Anmerkung des Sekretariats: Nationale Komitees sind aufgefordert, Beiträge zu (fehlenden) Werten einzureichen.

Von LSE, welche dafür ausgerüstet sind, Informationen oder Befehle von externen Systemen, wie ein EEMS, oder vom Energieversorger zu empfangen, wird auch gefordert, dass sie innerhalb der Zeiten entsprechend ihrer Klasse, wie vorgenannt festgelegt, reagieren.

ANMERKUNG Schnellere Reaktionszeiten sind möglicherweise in Abhängigkeit von lokalen Ländervorgaben oder lokalen Energieversorgern erforderlich.

6.4 Wiedereinschaltbedingungen

6.4.1 Allgemeines

Die LSE muss in der Lage sein, alle Stromkreise eines Mesh-Netzes nacheinander oder gleichzeitig wieder zu verbinden (wiedereinzuschalten), solange der durch die LSE gemessene Strom geringer als I_{nLs} ist. Das Wiederverbinden kann jedoch Bedingungen im Zusammenhang mit dem AUS/EIN-Zyklus des Schalters unterliegen.

Die LSE muss die ausgewählten Stromkreise oder Mesh-Netze schalten, wenn der gemessene Strom am Ende des Lastabwurfzyklus geringer als 95 % des Mindestwertes für Lastabwurf ($I_{nLs\ min}$), bereitgestellt in Tabelle 1, ist.

Solange der gemessene Strom höher als der Kein-Lastabwurfstrom (I_{nNs}) ist, darf die LSE keinen ihrer ausgeschalteten Ausgänge wiedereinschalten.

6.4.2 Mindesttrennzeit (nach Ausschalten)

Dies ist die Mindestzeit ($T_{d\ min}$), während welcher die Mittel zum Ausschalten in Ausschaltstellung verbleiben. Dies gilt immer dann, wenn die Ausgänge aufgrund zu hoher Ströme (höher als die Einstellungen) in die Ausschaltstellung gebracht wurden. Dieser Wert darf fest oder einstellbar sein.

ANMERKUNG Eine Mindesttrennzeit ist erforderlich, um die LSE daran zu hindern, in instabile Zustände einzutreten (LSE schaltet AUS und EIN, wenn die Werte des gemessenen Stroms beim Schalten der Ausgänge innerhalb des Bereichs von I_{nLS} zu nahe beieinander liegen).

Vorzugswerte für die Mindesttrennzeit $T_{d\ min}$ sind: 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60.

Ein Mindestwert von 5 min ist für die Mindesttrennzeit $T_{d\ min}$ gefordert.

Anmerkung des Sekretariats^{N1)}: Nationale Komitees sind aufgerufen, Beiträge zu leisten. $T_{d\ min}$ ist bereits in 6.3 festgelegt, wo die Vorzugswerte 1; 2; 5; 10 min sind und es keinen geforderten Mindestwert gibt. War dies für die „Sperrzeit“ (siehe 6.4.3)?

6.4.3 Aus-/Einschalt-Zyklus der LSE

Anmerkung des Sekretariats^{N1)}: Nationale Komitees sind aufgerufen, Beiträge zu 6.4.3 einzureichen, mit Berücksichtigung von:

- Einschränkungen von Zyklen müssen berücksichtigt werden, um mögliche Alterung von Einrichtungen der Anlage zu vermeiden?
- Maximale Anzahl von Wiedereinschaltungen?
- Verzögerung der Sperre (Mindestdauer, während welcher die LSE die Lasten nach einem ersten Versuch nicht wiedereinschalten darf).

6.4.3.1 LSE mit elektromechanischen Polen

Die Anzahl von Betätigungen innerhalb einer vorgegebenen Zeit ist festzulegen. Der Lastabwurf-Einschalt-/Ausschalt-Zyklus ist die Zeit, welche zwischen dem ersten Ausschalten bis zu einem vorgegebenen Wert vergeht. Dieser Wert darf fest eingestellt oder einstellbar sein. Dies ist von der Anwendung abhängig. Dieser Wert wird in Minuten oder Stunden angegeben. Vorzugswerte sind: nicht festgelegt 1 min, 5 min, 20 min, 1 h, 2 h, 4 h, 8 h.

6.4.3.2 LSE mit Halbleiterschalter

Nicht anwendbar.

6.4.3.3 Anzahl zulässiger Aus/Ein-Schaltbetätigungen je Zyklus

Die maximale Anzahl von Aus/Ein-Schaltbetätigungen je Zyklus kann festgelegt werden. Dieser Wert darf fest eingestellt oder einstellbar sein. Dies ist von der Anwendung abhängig. Der Wert wird als Anzahl von Betätigungen angegeben.

Vorzugswerte sind: 1, 2, 4, 8, 10.

ANMERKUNG Während des Ladens von Batterien von Fahrzeugen könnten empfohlene Werte ein Lastabwurfzyklus zum Beispiel 8 h, die Anzahl von zulässigen Aus-/Einschaltbetätigungen 1 oder 2 und die Mindest-Ausschaltdauer 10 min bis 40 min sein.

^{N1)} Es sind unterschiedliche Werte für $T_{d\ min}$ In der weiteren Bearbeitung wird dies abgeändert.

^{N1)} Es sind unterschiedliche Werte für $T_{d\ min}$ In der weiteren Bearbeitung wird dies abgeändert.

7 Einteilung

7.1 Allgemeines

Der Begriff des „Lastabwurfs“ darf in verschiedenen Anlagenschemata angewendet werden, abhängig von der EE-Auslegung der Anlage selbst. In den folgenden Abschnitten wird die Einteilung von LSE eingeführt.

7.2 Funktionsklassen des Lastabwurfs

LSE werden entsprechend ihrer Funktionalität eingeteilt. Es werden vier Klassen festgelegt: einfach, fortgeschritten, Smart-Meter-fähig, EEMS-verbunden.

In der folgenden Tabelle sind die Funktionalitäten jeder Funktionsklasse festgelegt.

Tabelle 5 – Funktionsklasse des Lastabwurfs

Funktionen	Einfach	Fortgeschritten	Smart-Meter-fähig	EEMS-verbunden
Strommessung	X	X	X	X
Verarbeitung und Bewertung	X	X	X	X
Schalten	X	X	X	X
Manuelle Eingabe (1)	X	X	X	X
HMI (1)	O	X	O	X
EEMS-Schnittstelle (1)	O	O	O	X
Last-Schnittstelle	O	X	O	X
Smart-Meter-Schnittstelle	O	O	X	X
X: gefordert O: wahlfrei				

LSE dürfen alle diese Funktionalitäten in einer einzigen eigenständigen Einrichtung umfassen oder dürfen externe Einheiten (z. B. externe Stromsensoren) aufweisen. In Abschnitt 4 ist die allgemeine Architektur von LSE zusammen mit den Funktionalitäten dargelegt.

Jede Funktion muss entsprechend der vom Hersteller festgelegten Funktionsklasse geprüft werden, und auf der Grundlage der folgenden Einteilung entsprechend:

- den Schalteinrichtungen (siehe 7.3);
- der Möglichkeit des Einstellens des Lastabwurfstrom (der Lastabwurfströme) (siehe 7.4);
- des Lastabwurfzyklus (siehe 7.5), der Auslegung (siehe 7.6);
- der Montagemethode (siehe 7.7);
- der Art der Anschlussklemmen (siehe 7.8);
- der Kontaktöffnung und des Schaltvermögens (siehe 7.9);
- des Schutzes gegenüber äußeren Einflüssen (siehe 7.10).

7.3 Nach den Schalteinrichtungen

- elektromechanische Ein/Aus-Schalteinrichtungen;
- Ein/Aus-Halbleiterschalteinrichtungen.

7.4 Nach der Möglichkeit des Einstellens des Lastabwurfstroms (der Lastabwurfströme)

- LSE mit einem einzigen Wert des Bemessungs-Lastabwurfstroms;

- LSE mit mehreren Einstellungen von Lastabwurfströmen.

Im Fall von EEMS darf der Lastabwurfstrom jeden beliebigen Wert in einem festen Intervall aufweisen.

7.5 Nach dem Lastabwurfzyklus

- LSE ohne Lastabwurfzyklus;
- LSE, die in der Lage sind, einen oder mehrere Lastabwurfzyklen zu überwachen.

7.6 Nach der Auslegung

7.6.1 Eigenständige LSE: LSE, die mit einem einzigen Gehäuse einschließlich Sensoren, Öffnungseinrichtungen zum Ein/Aus-Schalten, Anschlussklemmen und allen erforderlichen Eigenschaften, wie z. B.: Überwachungseinheiten (Zeitgeber, Einstellvorrichtungen, Logik, Mensch-Maschine-Schnittstelle, sofern zutreffend, usw.) ausgelegt sind.

7.6.2 Modulare LSE: LSE mit externen Sensoren.

7.6.3 Mehrgerät-LSE: LSE, welche am Einsatzort zusammengebaut wird und aus mehreren bezeichneten Geräten, wie z. B. ein oder mehrere bezeichnete Sensor(en), ein oder mehrere bezeichnete Öffnungseinrichtungen zum Verbinden/Trennen.

7.7 Nach der Methode der Montage

In Bezug auf die allgemeine Einteilung von IEC 60669-1 werden LSE eingeteilt in:

- Aufputz;
- Unterputz;
- Imputz;
- Schalttafeln (auch bezeichnet als Verteilertafel oder Installationsverteiler).

ANMERKUNG Dieser Typ ist für die Montage in Reihenklemmung vorgesehen.

7.8 Nach dem Typ der Anschlussklemmen

- mit Schraubenklemmen;
- mit schraubenlosen Klemmen.

7.9 Nach den Kontaktöffnungen

- LSE der Bauart mit Mikro-Kontaktöffnung;
- LSE der Bauart mit normaler Kontaktöffnung/Mini-Kontaktöffnung;
- LSE der Bauart mit Halbleiterschaltelementen.

7.10 Nach dem Schutz gegenüber äußeren Einflüssen

In Bezug auf die in der vorliegenden Norm angegebene allgemeine Einteilung werden LSE eingeteilt in:

- Bauart mit Gehäuse (erfordert kein zweckmäßiges Gehäuse);
- Bauart ohne Gehäuse (zur Anwendung in einem zweckmäßigen Gehäuse).

8 Aufschriften

8.1 Allgemeines

Aufschriften müssen einfach lesbar, dauerhaft und unlöslich sein. Sie dürfen nicht auf Schrauben, Unterlegscheiben oder anderen entfernbaren Teilen angebracht werden.

Tabelle 6 – Aufschriften und Positionen von Kennzeichnungen

	Aufschrift oder Informationselement	Position der Markierung oder Information		
		Am eingebautem Produkt sichtbar	Am Produkt	Auf einem Merkblatt
a	Name oder Warenzeichen des Herstellers		X	X
b	Typbezeichnung, Katalognummer oder Seriennummer		X	X
c	Bemessungsspannung(en) und Symbol für die Art der Stromversorgung	X		X
d	Bemessungsstrom (1)	X		X
e	Bemessungsfrequenz; LSE mit mehr als einer Bemessungsfrequenz (z. B. 50/60 Hz) müssen entsprechend gekennzeichnet werden		X	X
f	Bemessungs-Einschalt/Ausschaltvermögen in Ampere		X	X
g	der Schutzgrad (nur bei Abweichung von IP20)			X
h	die Gebrauchsstellung, sofern erforderlich			X
i	Verdrahtungsplan, außer wenn der ordnungsgemäße Anschluss deutlich ist		X	X
j	Bemessungswert des Lastabwurfstroms (s)			X
k	LSE-Klasse (2)		X	X
l	Länge der Isolierung, die vor dem Einführen des Leiters in die schraubenlose Anschlussklemme zu entfernen ist, sofern zutreffend		X	X
m	Symbol für die Eignung zur Aufnahme von ausschließlich starren Leitern		X	X
n	Normative Verweisungen		X	X
(1) Werte des Bemessungsstroms der LSE-Eingänge und ihrer Ausgänge, sofern gefordert:				
(2) Im Fall einer LSE der Klasse 5 müssen Installationsanweisungen deutlich darauf hinweisen, dass solche Geräte nicht unmittelbar nachgeschaltet von Hauptschutzeinrichtungen von elektrischen Anlagen zulässig sind.				

Wenn auf den Anschlussklemmen keine Aufschriften vorhanden sind, werden sie als geeignet für die Aufnahme sowohl von starren als auch flexiblen Leitern erachtet.

Anschlussklemmen, die für den Schutzleiter bestimmt sind, sofern vorhanden, müssen mit dem Symbol (IEC 60417-5019) gekennzeichnet werden.

Aufschriften mit Bezug zu eingebetteten Funktionen (z. B. Überstromschutz), die nicht durch die vorliegende Norm abgedeckt werden, müssen ihren maßgeblichen Normen entsprechen, und die Referenznormen müssen von Herstellern in ihren technischen Dokumentationen angegeben werden.

Prüfung der Übereinstimmung: Besichtigung und die folgende Prüfung. Aufschriften, die durch Einpressen, Spritzen oder Gravieren hergestellt wurden, werden dieser Prüfung nicht unterzogen.

8.2 Prüfung von Aufschriften

Die Prüfung wird durch 15 s langes Reiben der Aufschrift von Hand mit einem wassergetränkten Baumwollstoffstück und durch weiteres 15 s langes Reiben von Hand mit einem Baumwollstoffstück, getränkt mit dem aliphatischen Lösemittel Hexan, mit einem Aromatengehalt von maximal 0,1 Vol.-%, einem Kauributanolwert von 29, einem Siedebeginn von etwa 65 °C, einem Taupunkt von etwa 69 °C und einer Dichte von 0,68 g/cm³ durchgeführt.

Nach dieser Prüfung muss die Aufschrift leicht lesbar sein.

Auch nach allen Prüfungen der vorliegenden Norm müssen die Aufschriften leicht lesbar bleiben.

Es darf weder leicht möglich sein, Etiketten zu entfernen, noch dürfen sie sich einrollen.

9 Leer

10 Schutz gegen elektrischen Schlag

10.1 LSE müssen so ausgelegt sein, dass, wenn sie wie im bestimmungsgemäßen Gebrauch eingebaut und verdrahtet sind, aktive Bauteile nicht berührbar sind, selbst, wenn Teile, die ohne Verwendung eines Werkzeuges entfernt werden können, abgenommen wurden.

Ein Bauteil wird als „berührbar“ angesehen, wenn es durch den Prüffinger (siehe 10.2) berührt werden kann.

Äußere Bauteile, mit Ausnahme von Schrauben oder anderen Mitteln zur Befestigung von Abdeckungen und Etiketten, welche berührbar sind, wenn sie wie im bestimmungsgemäßen Gebrauch eingebaut und verdrahtet sind, müssen entweder aus Isolierstoff bestehen oder vollständig mit Isolierstoff ausgekleidet sein, ausgenommen, wenn sich die aktiven Teile in einem inneren Gehäuse aus Isolierstoff befinden.

Auskleidungen müssen derart befestigt werden, dass ihr Verlorengehen während des Einbaus unwahrscheinlich ist. Sie müssen eine angemessene Dicke und mechanische Festigkeit aufweisen und müssen einen angemessenen Schutz an Stellen mit scharfen Kanten bereitstellen.

Eintrittsöffnungen für Kabel oder Rohre müssen entweder aus Isolierstoff bestehen oder mit Durchführungen oder ähnlichen Vorrichtungen aus Isolierstoff ausgestattet sein. Solche Einrichtungen müssen zuverlässig befestigt sein und eine angemessene mechanische Festigkeit aufweisen.

Drucktaster und dergleichen müssen aus Isolierstoff bestehen. Betätigungselemente aus Metall, sofern vorhanden, müssen gegenüber aktiven Teilen isoliert sein und ihre berührbaren leitfähigen Teile müssen durch Isolierstoff abgedeckt sein.

Prüfung: Besichtigung und die Prüfungen nach 10.2 und 10.3.

10.2 Prüfung des Schutzes gegen elektrischen Schlag

Dieser Nachweis gilt für solche Teile von Einrichtungen, die für die Bedienperson berührbar sind, wenn sie wie für den bestimmungsgemäßen Gebrauch montiert sind.

Die Prüfung wird mit dem Normprüffinger nach Bild 3 mit einem Prüfling, der wie zum bestimmungsgemäßen Gebrauch montiert und mit Leitern des kleinsten Querschnitts, festgelegt in Tabelle 7, versehen ist, durchgeführt. Die Prüfung wird dann mit Leitern des größten Querschnitts, festgelegt in Tabelle 7, wiederholt.

Tabelle 7 – Zusammenhang zwischen Strömen und anschließbaren Querschnitten von Kupferleitern

Bereiche von Bemessungsströmen	Starre Leiter (eindräftig oder mehrdräftig) ²⁾	
	Nennquerschnitte	Durchmesser des größten Leiters
	mm ²	mm
Bis einschließlich 4 ¹⁾	–	–
Über 4 bis einschließlich 6	Von 0,75 bis einschließlich 1,5	1,45
Über 6 bis einschließlich 10	Von 1 bis einschließlich 2,5	2,13
Über 10 bis einschließlich 16	Von 1,5 bis einschließlich 4	2,72
Über 16 bis einschließlich 25	Von 2,5 bis einschließlich 6	3,34
Über 25 bis einschließlich 32	Von 4 bis einschließlich 10	4,34
Über 32 bis einschließlich 50	Von 6 bis einschließlich 16	5,46
Über 50 bis einschließlich 80	Von 10 bis einschließlich 25	6,85
Über 80 bis einschließlich 100	Von 16 bis einschließlich 35	7,90
Über 100 bis einschließlich 125	Von 25 bis einschließlich 50	9,10
¹⁾ Für besondere Zwecke wie z. B. ELV-Anwendungen, wo flexible Leiter verwendet werden (von 0,5 mm ² bis einschließlich 1 mm ²). ²⁾ Die Verwendung von flexiblen Leitern ist zulässig.		

Der Normprüffinger muss so gebaut sein, dass jeder der zusammengesetzten Abschnitte nur in einer Richtung um einen Winkel von 90° bezogen auf die Achse des Prüffingers gedreht werden kann.

Der Prüffinger wird in jeder möglichen Biegestellung eines wirklichen Fingers angelegt, wobei eine elektrische Kontaktanzeige die Berührung mit aktiven Teilen anzeigt.

Eine Anzeige für den elektrischen Durchgang (z. B. Lampe), die mit einer Spannung nicht unter 40 V betrieben wird, an einer Seite verbunden zwischen allen miteinander verbundenen aktiven Anschlussklemmen des Prüflings und auf der anderen Seite verbunden mit dem Prüffinger, wird verwendet, um die Möglichkeit des Berührens jeglicher aktiver Teile des Prüflings zu überprüfen.

Einrichtungen mit Gehäusen aus thermoplastischem Werkstoff werden der folgenden zusätzlichen Prüfung, die bei einer Umgebungstemperatur von 35 °C ± 2 °C durchgeführt wird, unterzogen, wobei der Prüfling selbst diese Temperatur aufweist.

Während der zusätzlichen Prüfung wird der Prüfling für 1 min mit einer Kraft von 75 N, die über die Spitze eines geraden, ungegliederten Prüffingers mit den gleichen Maßen wie der Normprüffinger aufgebracht wird, beansprucht.

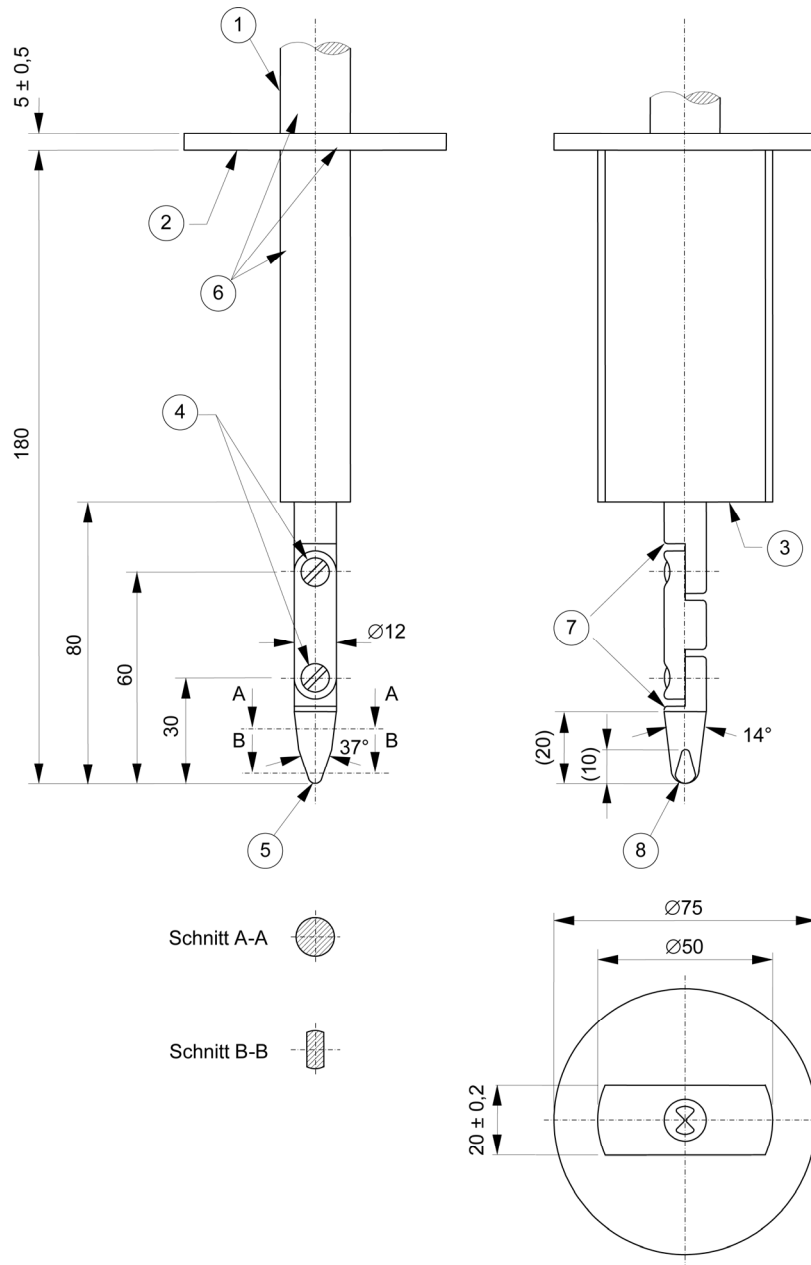
Dieser Prüffinger, mit einer wie vorgenannt beschriebenen elektrischen Anzeige, wird an allen Stellen angewendet, wo eine Verformung des Isolierstoffs die Sicherheit des Prüflings beeinträchtigen könnte, nicht jedoch an Membranen, Ausbrechöffnungen und dergleichen.

LSE ohne Gehäuse mit Teilen, für die eine Abdeckung durch ein Gehäuse nicht vorgesehen ist, werden der Prüfung mit einer Frontplatte aus Metall unterzogen und wie im bestimmungsgemäßen Gebrauch montiert.

Während dieser Prüfung darf sich der Prüfling mit seinen zugehörigen Montageteilen nicht so weit verformen, dass aktive Teile mit dem geraden Prüffinger berührt werden können.

10.3 Wenn eine LSE mit einer Öffnung zur Anpassung von Einstellungen der Elektronik versehen wird und diese Öffnung als solche gekennzeichnet ist, darf die Anpassung nicht zu einer Gefahr eines elektrischen Schlages führen.

Prüfung: Anwendung des Prüfstifts nach Bild 4 durch die Öffnung. Der Stift darf keine aktiven Teile berühren.



Legende

- 1 Griff
- 2 Schutz
- 3 Anschlagfläche
- 4 Gelenke

Werkstoff: Metall, außer, wenn anderweitig festgelegt.
Grenzabweichungen für Maßen ohne Angabe der Grenzabweichung:

Bei Winkeln: $\begin{matrix} 0 \\ -10 \end{matrix}$

Bei linearen Maßen:

Bis 25 mm: $\begin{matrix} 0 \\ -0,05 \end{matrix}$

Über 25 mm: ± 0,2

- 5 R2 ± 0,05 zylindrisch
- 6 Isolierstoff
- 7 Alle Kanten abgerundet
- 8 R2 ± 0,05 kugelförmig

Beide Gelenke des Prüffingers müssen eine Bewegung in derselben Ebene und in derselben Richtung in einem Winkel von 90° zulassen, mit einer Grenzabweichung von $\begin{matrix} +10^\circ \\ 0 \end{matrix}$.

Bild 3 – Normprüffinger

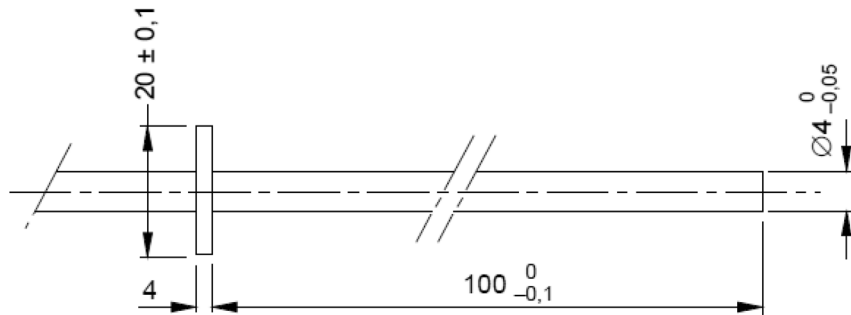


Bild 4 – Prüfstift zur Überprüfung des Schutzes gegen elektrischen Schlag

(Bild 101 aus IEC 60669-2-1)

11 Leer

12 Anschlussklemmen für äußere Kupferleiter

12.1 Allgemeines

LSE müssen mit Anschlussklemmen ausgestattet sein, welche eine Schraubklemmung aufweisen oder mit schraubenlosen Klemmen. Klemmen für äußere Leiter müssen so gebaut sein, dass die Leiter so angeschlossen werden können, dass die Aufrechterhaltung des erforderlichen Kontaktdruck dauerhaft sichergestellt ist.

Die Anschlussklemmen müssen unter den Bedingungen des bestimmungsgemäßen Gebrauchs einfach zugänglich sein. Die Mittel zum Klemmen der Leiter in den Anschlussklemmen dürfen nicht zur Befestigung jeglicher anderer Bauteile dienen, wobei sie jedoch dazu dienen dürfen, die Klemmen in ihrer Position zu halten und diese am Verdrehen zu hindern.

Alle Prüfungen an Anschlussklemmen, mit Ausnahme von 12.3.11, müssen nach den Prüfungen von 15.1 durchgeführt werden.

Erdungsanschlusspunkte müssen Anschlussklemmen mit Schraubklemmung oder schraubenlose Klemmen sein. Sie müssen die gleiche Größe wie die entsprechenden Anschlussklemmen für die Stromversorgungsleiter haben.

Prüfung: Besichtigung und Prüfungen nach 12.2 (für Schraubklemmen) oder 12.3 (für schraubenlose Klemmen), soweit zutreffend.

12.2 Klemmen mit Schraubklemmung für äußere Kupferleiter

12.2.1 LSE müssen mit Anschlussklemmen ausgestattet sein, welche den Anschluss der passenden Kupferleiter ermöglichen, die einen Querschnitt entsprechend den Angaben in Tabelle 1 haben.

Der Leiterraum muss mindestens den Festlegungen in den Bildern 5, 6, 7 und 8 entsprechen.

Prüfung: Besichtigung und Anschluss von Leitern der kleinsten und größten festgelegten Querschnitte.

ANMERKUNG Für die Entsprechung zwischen Kupferleitern nach ISO und AWG siehe Anhang C.

12.2.2 Klemmen mit Schraubklemmung (bis einschließlich 32 A) müssen das Anschließen des Leiters ohne besondere Vorbereitung ermöglichen.

Prüfung: Besichtigung.

Der Ausdruck „besondere Vorbereitung“ umfasst das Verlöten der Drähte des Leiters, die Verwendung von Kabelschuhen, das Biegen von Ösen usw., aber nicht das Ausrichten des Leiters, bevor er in die Klemme eingeführt wird, oder das Verdrehen eines flexiblen Leiters, um das Ende zu festigen.

12.2.3 Klemmen mit Schraubklemmung müssen eine angemessene mechanische Festigkeit haben.

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

Schrauben dürfen nicht aus einem Metall sein, welches weich ist oder zum Kriechen neigt, z. B. Zink oder Aluminium.

Prüfung: Besichtigung und Prüfungen nach 12.2.6 und 12.2.8.

ANMERKUNG Vorläufig werden SI-, BA-, und UN-Gewinde als gleichwertig in Steigung und mechanischer Festigkeit zum metrischen ISO-Gewinde angesehen.

12.2.4 Klemmen mit Schraubklemmung müssen korrosionsfest sein

Prüfung: Prüfungen nach 22.5. Klemmen, deren Körper aus Kupfer oder Kupferlegierung entsprechend den Festlegungen in 22.5 besteht, werden als in Übereinstimmung mit diesen Anforderungen angesehen.

12.2.5 Schraubklemmen müssen so gebaut sein, dass sie den (die) Leiter ohne übermäßige Beschädigung der (des) Leiter(s) klemmen.

Prüfung wie folgt:

Die Klemmen werden mit Kupferleitern der kleinsten und größten Querschnitte, festgelegt in Tabelle 1, bestückt, eindrähtig oder mehrdrähtig, es wird die ungünstigste Variante angewendet und die Klemmschrauben werden mit einem Drehmoment gleich 2/3 des in der entsprechenden Spalte von Tabelle 8 angegebenen Wertes angezogen.

Die Klemmschrauben werden dann gelöst und der Teil des Leiters, welcher möglicherweise von der Klemme beeinträchtigt wurde, wird besichtigt.

Der Leiter darf weder übermäßige Beschädigungen noch durchtrennte Drähte aufweisen.

ANMERKUNG Leiter werden als übermäßig beschädigt angesehen, wenn sie tiefe oder scharfkantige Einkerbungen aufweisen.

Während den Prüfungen dürfen sich Klemmen nicht lockern und es darf keine Beschädigung, welche die weitere Verwendung der Schraubverbindung beeinträchtigt, wie z. B. Bruch der Schrauben oder Beschädigung der Schraubenkopfschlitze, des Gewindes, der Unterlegscheiben oder Klemmbügel, auftreten.

Tabelle 8 – Anziehdrehmomente für den Nachweis der mechanischen Festigkeit von Schraubklemmen (1 von 2)

Nenn-Gewindedurchmesser mm	Drehmoment Nm		
	1	2	3
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

Tabelle 8 (2 von 2)

Nenn-Gewindedurchmesser mm	Drehmoment Nm		
	1	2	3
Über 4,1 bis einschließlich 4,7	0,8	1,8	1,8
Über 4,7 bis einschließlich 5,3	0,8	2,0	2,0
Über 5,3 bis einschließlich 6,0	1,2	2,5	3,0
Über 6,0 bis einschließlich 8,0	2,5	3,5	6,0
Über 6,0 bis einschließlich 8,0	3,5	4,0	10,0

Für besondere Zwecke wie z. B. ELV-Anwendungen, wo flexible Leiter verwendet werden (von 0,5 mm² bis einschließlich 1 mm²).

ANMERKUNG 1 Spalte 1 gilt für Schrauben ohne Kopf, wenn die Schraube, nachdem sie angezogen wurde, nicht aus dem Loch heraussteht, und für andere Schrauben, die mit einem Schraubendreher mit einer Klinge, die breiter ist als der Durchmesser der Schraube, nicht angezogen werden können.

Spalte 2 gilt für andere Schrauben, die mit einem Schraubendreher angezogen werden.

Spalte 3 gilt für Schrauben oder Muttern, die mit anderen Mitteln als einem Schraubendreher angezogen werden.

Wenn eine Schraube einen Sechskantkopf mit Schlitz zum Anziehen mit einem Schraubendreher hat, und wenn die Werte der Spalten 2 und 3 unterschiedlich sind, wird die Prüfung zweimal ausgeführt, zunächst wird an den Sechskantkopf das Drehmoment von Spalte 3 und dann, an einem anderen Prüfling, mit einem Schraubendreher das Drehmoment von Spalte 2 angewendet. Falls die Werte in Spalten 2 und 3 gleich sind, wird nur die Prüfung mit dem Schraubendreher ausgeführt.

ANMERKUNG 2 Die Form der Klinge des Prüfschraubendrehers sollte in den Kopf der zu prüfenden Schraube passen.

ANMERKUNG 3 Die Schrauben und Muttern sollten nicht ruckartig angezogen werden.

12.2.6 Klemmen mit Schraubklemmung müssen so gebaut sein, dass sie den Leiter zuverlässig zwischen Metallflächen klemmen

Prüfung: Besichtigung und durch folgende Prüfung:

Die Klemmen werden mit Kupferleitern des gleichen Typs (starr eindrätig oder starr mehrdrätig oder flexibel) mit dem kleinsten und dem größten Querschnitt entsprechend den Festlegungen in Tabelle 1 bestückt.

Die Klemme muss für alle Typen von Leitern geeignet sein: starr (eindrätig oder mehrdrätig) und flexibel, sofern nicht anderweitig vom Hersteller festgelegt.

Klemmen müssen mit dem kleinsten und größten Querschnitt jedes Leitertyps an neuen Klemmen wie folgt geprüft werden:

- *Bei Prüfungen für eindrätige Leiter müssen Leiter mit einem Querschnitt von 1 mm² bis einschließlich 6 mm², wie zutreffend, verwendet werden;*
- *Bei Prüfungen für mehrdrätige Leiter müssen Leiter mit einem Querschnitt von 1,5 mm² bis einschließlich 50 mm², wie zutreffend, verwendet werden;*
- *Bei Prüfungen für flexible Leiter müssen Leiter mit einem Querschnitt von 1 mm² bis einschließlich 35 mm², wie zutreffend, verwendet werden;*

Der Leiter wird in die Klemme bis zur festgelegten Mindestdtiefe eingeführt oder, wenn kein Maß vorgegeben ist, bis er gerade an der entgegengesetzten Seite der Klemme herausragt und die für ein Ausweichen des Leiters günstigste Lage hat.

Die Klemmschrauben werden dann mit einem Drehmoment angezogen, das 2/3 des Wertes in der entsprechenden Spalte der Tabelle 8 beträgt.

Wenn eine Schraube einen sechseckigen Kopf mit Schlitz hat, entspricht das Drehmoment 2/3 des Wertes in der Spalte 3 von Tabelle 8.

Jeder Leiter wird dann einer Zugbeanspruchung entsprechend der Festlegung in Tabelle 9 ausgesetzt, welche ruckfrei für 1 min in der Richtung der Achse des Leiterraums ausgeübt wird.

Wenn dies erforderlich ist, müssen die geprüften Werte für die verschiedenen Querschnitte mit der entsprechenden Zugkraft deutlich im Prüfbericht angegeben werden.

Während der Prüfung darf sich der Leiter nicht merklich in der Klemme bewegen.

Tabelle 9 – Prüfwerte für die Zugprüfung

Querschnitt des an die Klemme angeschlosse- nen Leiters (mm ²)	0,75 (1)	Über 0,75 bis einschließ- lich 1	Über 1 bis einschließ- lich 1,5	Über 1,5 bis einschließ- lich 4	Über 4 bis einschließ- lich 6	Über 6 bis einschließ- lich 10	Über 10 bis einschließ- lich 16	Über 16 bis einschließ- lich 50
Zug (N)	30	35	40	50	60	80	90	100
ANMERKUNG 1 Für Werte kleiner als 0,75 mm ² muss der Hersteller Anweisungen für die Zugkraft geben.								
ANMERKUNG 2 Die Klemmen, an welche weitere Durchmesser angeschlossen werden können, müssen nur mit dem höchsten Wert der Zugkraft geprüft werden.								

12.2.7 Klemmen mit Schraubklemmen müssen so gebaut oder so angeordnet sein, dass weder ein starrer eindrähtiger Kupferleiter noch ein Draht eines mehrdrähtigen Kupferleiters herausrutschen kann, während die Klemmschrauben oder Muttern angezogen werden.

Diese Anforderung gilt nicht für Kabelschuhklemmen.

Prüfung durch folgende Prüfung:

Die Klemmen werden mit Leitern des größten Querschnitts nach Tabelle 1 versehen.

Die Klemmen werden sowohl mit eindrähtigen als auch mit mehrdrähtigen Leitern geprüft.

Vor dem Einführen in die Klemmstelle der Klemme werden die Drähte von starren (eindrähtigen oder mehrdrähtigen) Leitern geradegerichtet und Adern von starren mehrdrähtigen Leitern dürfen zusätzlich verdreht werden, um sie annähernd in ihre ursprüngliche Form zu bringen.

Der Leiter wird in die Klemmstelle der Klemme bis zur festgelegten Mindesttiefe eingeführt oder, wenn kein Maß vorgeschrieben ist, bis er gerade an der entgegengesetzten Seite der Klemme herausragt und die für ein Ausweichen des Drahtes oder des Einzeldrahtes (oder von Einzeldrähten) günstigste Lage hat. Die Klemmschraube wird dann mit einem Drehmoment angezogen, das 2/3 des Wertes in der entsprechenden Spalte der Tabelle 8 beträgt.

Nach der Prüfung darf kein Draht und kein Einzeldraht des Leiters aus der Klemmstelle ausgewichen sein, wodurch die Kriech- und Luftstrecken auf Werte geringer als die in Abschnitt 23 angegebenen verringert werden.

12.2.8 Klemmen mit Schraubklemmen müssen derart befestigt oder im Prüfling angeordnet sein, dass, wenn die Klemmschrauben oder Muttern angezogen oder gelöst werden, die sich die Klemmen in ihrer Befestigung am Prüfling nicht lockern.

ANMERKUNG Diese Anforderungen bedeuten nicht, dass die Klemmen so gebaut sein müssen, dass ihre Verdrehung oder Bewegung verhindert wird, aber jede Bewegung muss ausreichend begrenzt werden, dass die Nichtübereinstimmung mit der vorliegenden Norm ausgeschlossen ist.

Prüfung: Besichtigung, Messung und durch folgende Prüfung:

Ein starrer eindrähtiger Kupferleiter des größten Querschnittes, wie in Tabelle 1 angegeben, wird in die Klemme eingelegt.

Schrauben und Muttern werden fünfmal mit einem geeigneten Prüfschraubendreher oder -schlüssel angezogen und gelöst, wobei das Anzugsdrehmoment gleich dem in der entsprechenden Spalte der Tabelle 8 oder in der Tabelle der entsprechenden Bilder 5 bis 9 ist, je nachdem, welches das höhere ist. Der Leiter wird jedes Mal bewegt, wenn die Schraube oder Mutter gelöst wird.

Während der Prüfung dürfen sich Klemmen und verschraubte Anschlüsse nicht lockern, und sie dürfen keine Beschädigungen erleiden, wie z. B. Brechen der Schrauben oder Beschädigung der Köpfe, der Schlitze, der Gewinde, der Unterlegscheiben oder Bügel, die den weiteren Gebrauch der Klemmen beeinträchtigen könnten. Gehäuse oder Abdeckungen dürfen nicht beschädigt werden.

12.2.9 Klemmschrauben oder Muttern von Schutzleiterklemmen mit Schraubklemmung müssen angemessen gegen zufälliges Lockern gesichert sein, und es darf nicht möglich sein, sie ohne Zuhilfenahme eines Werkzeugs zu lösen.

Prüfung: Handprobe.

Im Allgemeinen besitzen Klemmen der Bauart, wie in den Bildern 5, 6, 7 und 8 dargestellt, eine ausreichende Elastizität, um diese Anforderung zu erfüllen; für andere Bauarten können besondere Maßnahmen, wie z. B. die Verwendung eines angemessenen elastischen Teils, das nicht ohne weiteres versehentlich entfernt werden kann, erforderlich sein.

12.2.10 Schutzleiterklemmen mit Schraubklemmung müssen so beschaffen sein, dass es keine Korrosionsgefahr gibt, die aus dem Kontakt zwischen diesen Teilen und dem Kupfer des Schutzleiters entsteht oder einem anderen Metall, das mit diesen Teilen in Berührung ist.

Der Körper von Schutzleiterklemmen muss aus Kupfer-Zink-Legierung oder einem anderen Metall, das nicht weniger korrosionsfest ist, bestehen.

Prüfung: Besichtigung.

ANMERKUNG Schrauben oder Muttern aus Stahl mit galvanischen Überzügen, welche die Korrosionsprüfung bestehen, werden als aus einem Metall bestehend angesehen, das nicht weniger korrosionsfest ist als Kupfer-Zink-Legierung.

12.2.11 Bei Buchsenklemmen muss der Abstand zwischen der Klemmschraube und dem Leiterende, wenn der Leiter voll eingeführt ist, mindestens der Festlegung in Bild 5 entsprechen.

ANMERKUNG Der Mindestabstand zwischen der Klemmschraube und dem Leiterende gilt nur für Buchsenklemmen, bei denen der Leiter nicht ganz durchgesteckt werden kann.

Klemmen müssen das vollständige Einführen und zuverlässige Klemmen von Leitern ermöglichen.

Prüfung: Messung, nachdem ein eindrähtiger Leiter des größten Querschnitts, wie für den entsprechenden Bemessungsstrom in Tabelle 1 festgelegt, vollständig eingeführt und, unter Anwendung des Drehmoments nach Tabelle 8, vollständig geklemmt wurde.

12.2.12 Kabelschuhklemmen dürfen nur in LSE mit einem Bemessungsstrom von 40 A oder größer verwendet werden; falls solche Klemmen bereitgestellt werden, müssen sie mit Federscheiben oder ebenso wirksamen Mitteln gegen Lockern ausgestattet sein.

Prüfung: Besichtigung.

12.2.13 Schrauben oder Muttern, welche für das Anschließen äußerer Leiter bestimmt sind, müssen in ein metallisches Gewinde eingreifen und die Schrauben dürfen keine selbstschneidenden Schrauben sein.

Prüfung: Besichtigung.

12.3 Schraubenlose Klemmen für äußere Kupferleiter

LSE, welche mit schraubenlosen Klemmen geliefert werden, müssen IEC 60669-1, 12.3, entsprechen, wobei der höchste Bemessungsstrom fest auf 20 A eingestellt ist.

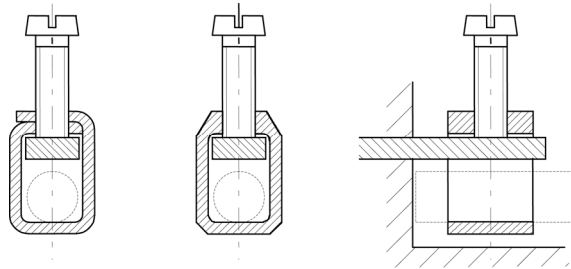
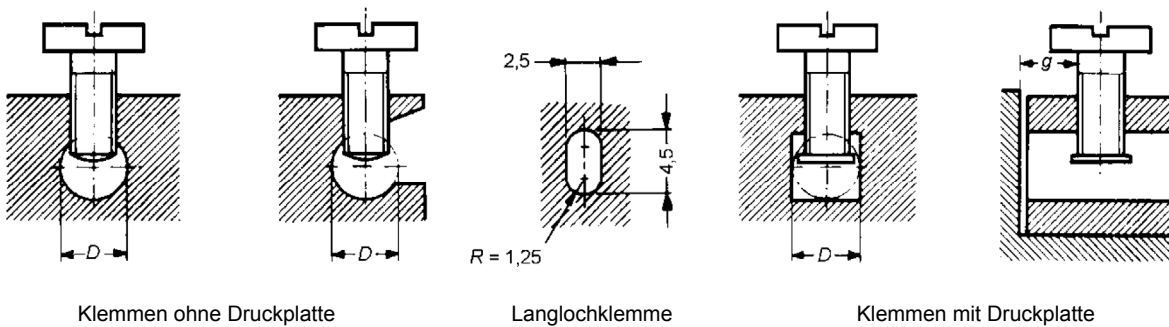


Bild 4 – Klemmen mit Bügel

Maße in Millimeter



Klemmen ohne Druckplatte

Langlochklemme

Klemmen mit Druckplatte

Bild 5 – Buchsenklemmen

Tabelle 10 – Maße und Anziehdrehmoment von Buchsenklemmen

Leiterquerschnitt, den die Klemme aufnehmen kann	Minstdurchmesser <i>D</i> (oder Mindestmaße) des Leiterraums	Mindestabstand <i>g</i> zwischen Klemmschraube und Ende des vollständig eingeführten Leiters		Drehmoment Nm					
				1 *		3 *		4 *	
mm ²	mm	eine Schraube	zwei Schrauben	eine Schraube	zwei Schrauben	eine Schraube	zwei Schrauben	eine Schraube	zwei Schrauben
Bis einschließlich 1,5	2,5	1,5	1,5	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4
2,5 (kreisrundes Loch)	3,0	1,5	1,5	0,25	0,2	0,5	0,4	0,5	0,4
2,5 (Langloch)	2,5 × 4,5	1,5	1,5	0,25	0,2	0,5	0,4	0,5	0,4
4	3,6	1,8	1,5	0,4	0,2	0,8	0,4	0,7	0,4
6	4,0	1,8	1,5	0,4	0,25	0,8	0,5	0,8	0,5
10	4,5	2,0	1,5	0,7	0,25	1,2	0,5	1,2	0,5
16	5,5	2,5	2,0	0,8	0,7	2,0	1,2	2,0	1,2
25	7,0	3,0	2,0	1,2	0,7	2,5	1,2	3,0	1,2
35									
50									

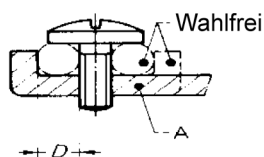
* Die festgelegten Werte gelten für Schrauben der entsprechenden Spalten in Tabelle 8.

Der Teil der Klemme, der das Gewindeloch enthält, und der Teil der Klemme, gegen den der Leiter durch die Schraube geklemmt wird, dürfen zwei getrennte Teile sein wie im Fall von Klemmen, die mit einem Klemmbügel versehen sind.

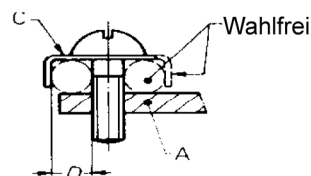
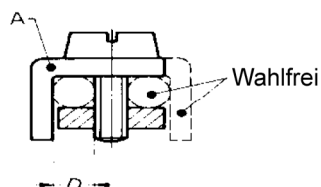
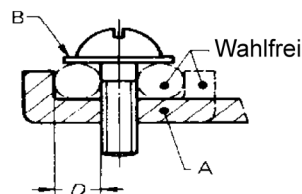
Die Form des Leiterraumes darf sich von der abgebildeten unterscheiden, vorausgesetzt, dass ein Kreis mit einem Durchmesser gleich dem für *D* festgelegten Mindestwert einbeschrieben werden kann oder in die Mindestaußenmaße des Langloches ein Leiterquerschnitt von 2,5 mm² einführbar ist.

E DIN EN 62962:2017-07

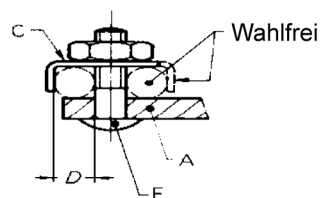
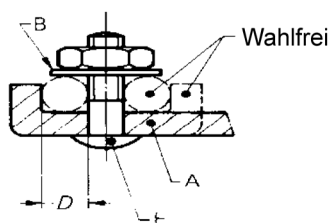
Schrauben, die keine Unterlegscheiben, Klemmplatten oder Federringe benötigen



Schrauben, die Unterlegscheiben, Klemmplatten oder Federringe benötigen



Kopfkontaktklemmen



Buchsenklemmen

- A Festteil
- B Unterlegscheibe oder Klemmplatte
- C Ausweichsperre
- D Durchmesser des Leiterraums
- E Bolzen

Bild 6 – Kopfkontaktklemmen und Bolzenklemmen

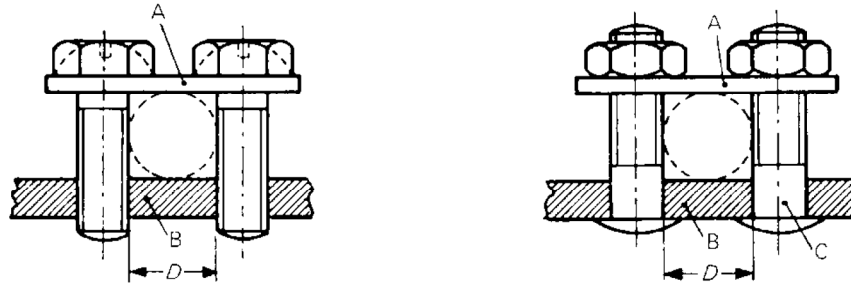
Tabelle 11 – Maße und Anziehdrehmoment von Kopfkontakt- und Bolzenklemmen

Leiterquerschnitt, den die Klemme aufnehmen kann	Minstdurchmesser D des Leiterraums	Drehmoment			
		Nm			
		3 *		4 *	
mm ²	mm	eine Schraube	zwei Schrauben	eine Schraube oder Bolzen	zwei Schrauben oder Bolzen
Bis einschließlich 1,5	1,7	0,5	—	0,5	—
Bis einschließlich 2,5	2,0	0,8	—	0,8	—
Bis einschließlich 4	2,7	1,2	0,5	1,2	0,5
Bis einschließlich 6	3,6	2,0	1,2	2,0	1,2
Bis einschließlich 10	4,3	2,0	1,2	2,0	1,2
Bis einschließlich 16	5,5	2,0	1,2	2,0	1,2
Bis einschließlich 25	7,0	2,5	2,0	3,0	2,0

* Die festgelegten Werte gelten für Schrauben der entsprechenden Spalten in Tabelle 8.

Der Teil, der den Leiter in seiner Lage hält, darf aus Isolierstoff bestehen, vorausgesetzt, der zum Klemmen des Leiters notwendige Druck wird nicht über den Isolierstoff übertragen.

Der zweite wahlfreie Raum für die Anschlussklemme, der für Leiter mit Querschnitt bis $2,5 \text{ mm}^2$ vorgesehen ist, darf für den Anschluss des zweiten Leiters verwendet werden, wenn der Anschluss von zwei Leitern mit $2,5 \text{ mm}^2$ gefordert wird.



- A Lasche
- B Festteil
- C Bolzen
- D Leiterräum

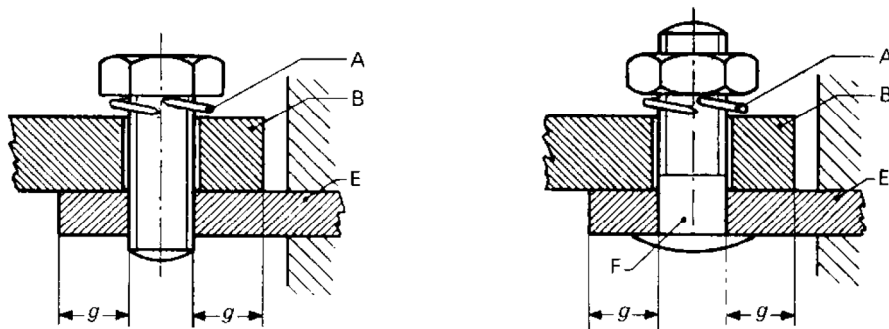
Bild 7 – Laschenklemmen

Tabelle 12 – Maße und Anziehdrehmoment von Laschenklemmen

Leiterquerschnitt, den die Klemme aufnehmen kann mm^2	Minstdurchmesser D des Leiterraums mm	Drehmoment Nm
Bis einschließlich 4	3,0	0,5
Bis einschließlich 6	4,0	0,8
Bis einschließlich 10	4,5	1,2
Bis einschließlich 16	5,5	1,2
Bis einschließlich 25	7,0	2,0

Die Form des Leiterraumes darf sich von der abgebildeten unterscheiden, vorausgesetzt, dass ein Kreis mit einem Durchmesser gleich dem festgelegten Mindestwert für D einbeschrieben werden kann.

Die Form der oberen und der unteren Fläche der Lasche darf unterschiedlich sein, um durch Umdrehen der Laschenklemme Leiter sowohl mit kleinem als auch mit großem Querschnitt unterzubringen.



- A Sicherungsschiebe
- B Kabelschuh oder Schiene
- E Festteil
- F Bolzen

Bild 8 – Kabelschuhklemmen

Tabelle 13 – Maße und Anziehdrehmoment von Kabelschuhklemmen

Leiterquerschnitt, den die Klemme aufnehmen kann mm ²	Mindestabstand <i>g</i> zwischen der Ecke des Loches und der Seite des Klemmbereichs mm	Drehmoment Nm	
		3 *	4 *
Bis einschließlich 16	7,5	2,0	2,0
Bis einschließlich 25	9,0	2,5	3,0

* Die festgelegten Werte gelten für Schrauben der entsprechenden Spalten in Tabelle 8.

Dieser Klemmentyp muss mit einer Federscheibe oder vergleichbar wirksamen Sicherungsmitteln versehen sein, und die Oberfläche im Klemmbereich muss glatt sein.

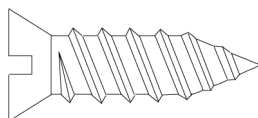


Bild 9 – Gewindeformende Schraube (3.3.22)

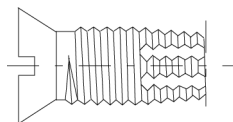


Bild 10 – Gewindeschneidende Schraube (3.3.23)

13 Anforderungen an den Aufbau

LSE müssen so ausgelegt und gebaut sein, dass ihr Betriebsverhalten im bestimmungsgemäßen Gebrauch zuverlässig ist und keine Gefahren für den Benutzer oder die Umgebung mit sich bringt.

Prüfung: Alle maßgeblichen Prüfungen dieses Abschnittes entsprechend ihrer Anwendbarkeit.

13.1 Mechanische Anforderungen an Isolierungen

Isolierende Auskleidungen, Trennwände und dergleichen müssen eine ausreichende mechanische Festigkeit besitzen und zuverlässig befestigt sein.

Prüfung: Besichtigung nach den Prüfungen von Abschnitt 20.

13.2 Einbauanforderungen

LSE müssen so gebaut sein, dass sie Folgendes erlauben:

- leichtes Einführen und zuverlässiges Anschließen der Leiter in/an die Klemmen;

ANMERKUNG 1 Die in den Bildern 5 bis 9 dargestellten Schraubklemmen gelten für einen zuverlässigen Anschluss der Leiter als geeignet.

- leichte Installation in Gehäusen oder Befestigung an der Wand;

ANMERKUNG 2 Diese Anforderung bedeutet nicht, dass die Metallteile von Klemmen zwingenderweise durch Isolierstege oder Isoliervorsprünge geschützt sind, um Berührungen mit der Isolierung des Leiters aufgrund von nicht ordnungsgemäßer Installation der Metallteile der Klemme zu vermeiden.

Aufputz-LSE müssen so gebaut sein, dass die Befestigungsmittel die Isolierung der Leitungen bei der Installation nicht beschädigen.

Prüfung: Besichtigung und Installationsprüfung unter Verwendung von Leitern des größten für den entsprechenden Bemessungsstrombereich nach Tabelle 1 festgelegten Querschnitts.

ANMERKUNG 3 Bei Aufputz-LSE, die mit einer Montageplatte angebracht sind, ist möglicherweise ein Verdrahtungskanal erforderlich, um diese Anforderung zu erfüllen.

Außerdem muss die LSE im Fall von LSE mit schraubenlosen Klemmen so gebaut sein, dass die Vorrichtungen zum Anschließen und/oder Trennen der schraubenlosen Klemmen während und nach der Installation nicht durch die Leiter aktiviert werden können.

ANMERKUNG 4 Diese Anforderung berücksichtigt nicht, dass die Vorrichtungen zum Anschließen und/oder Trennen nicht von den Leitern berührt werden können.

ANMERKUNG 5 Diese Anforderung kann durch die Anordnung der Vorrichtungen zum Anschließen und/oder Trennen selbst erfüllt werden und/oder durch die Verwendung von Isolierstegen oder Isoliervorsprüngen, die um die Vorrichtungen zum Anschließen und/oder Trennen herum angeordnet werden.

Prüfung: Besichtigung und im Zweifelsfall durch die folgende Prüfung.

Die Prüfung wird mit einem eindrätigen Kupferleiter mit dem kleinsten in 12.3 festgelegten Querschnitt durchgeführt.

Eine Prüfsonde 1 nach IEC 61032 wird gegen die Vorrichtung zum Anschließen/Trennen mit einer Kraft von 120 N in die Richtung entgegengesetzt zur Befestigungsrichtung gedrückt, wie in Bild 11a festgelegt.

Während der Kraftaufbringung wird der Leiter, außer bei Zuführungsleitungen von Kontrolllampen, einer Zugbeanspruchung von 30 N ausgesetzt; die Zugbeanspruchung wird in einer gleichmäßigen und ununterbrochenen Bewegung für 1 min in Richtung der Längsachse des Leiterraumes angewendet.

Während der Anwendung der Zugkraft darf der Leiter nicht aus der schraubenlosen Klemme herausrutschen. Die Kraft von 120 N muss vor Anlegen der Kraft von 30 N angewendet werden. Die Kraft von 30 N wird während der gesamten Prüfdauer am Leiter aufrechterhalten.

Es ist darauf zu achten, dass die Prüfsonde während der Kraftanwendung nicht den Leiter berührt.

Wenn die Achsen zwischen der Anwendungskraft und die Achse durch die Kraft, die zum Betätigen der Vorrichtungen zum Anschließen/Trennen erforderlich ist, um mehr als 20° voneinander abweichen, ist es zulässig, die berechnete resultierende Kraft direkt auf die Vorrichtung zum Anschließen/Trennen mithilfe der Prüfsonde direkt aufzubringen; eine Beispiel ist in Bild 11b dargestellt.

Ist der Winkel größer als 60°, ist keine Prüfung erforderlich und das Produkt wird als in Übereinstimmung mit den Anforderungen ohne weitere Prüfungen angesehen.

Wenn es nicht möglich ist, eine Kraft auf die Vorrichtungen zum Anschließen/Trennen anzuwenden, wird das Produkt als in Übereinstimmung mit den Anforderungen ohne weitere Prüfungen angesehen.

13.3 Befestigung von Abdeckungen, Abdeckplatten und Betätigungsgliedern

Abdeckungen, Abdeckplatten und Betätigungsglieder oder Teile von diesen, welche vorgesehen sind, den Schutz gegen elektrischen Schlag sicherzustellen, müssen an zwei oder mehr Stellen wirksam in ihrer Lage gehalten werden.

Abdeckungen, Abdeckplatten und Betätigungsglieder oder Teile von ihnen dürfen durch ein einzelnes Befestigungsmittel befestigt werden, z. B. durch eine Schraube, vorausgesetzt, dass die Abdeckungen, Abdeckplatten und Betätigungsglieder durch andere Befestigungsmittel (z. B. ein Vorsprung) fixiert sind.

ANMERKUNG 1 Es wird empfohlen, dass die Befestigungen von Abdeckungen, Abdeckplatten oder Betätigungsgliedern unverlierbar sind. Die Verwendung von dicht anliegenden Unterlegscheiben aus Pappe oder dergleichen ist ausreichend zur Sicherung der Schrauben, die unverlierbar sein sollen.

ANMERKUNG 2 Nicht an den Schutzleiter angeschlossene Metallteile, die von aktiven Teilen in solcher Weise getrennt sind, dass die Kriech- und Luftstrecken Werte haben, wie in Tabelle 22 festgelegt, gelten nicht als berührbar, wenn sie die Anforderungen dieses Abschnittes erfüllen.

Prüfung: Entsprechend 13.3.1, 13.3.2 oder 13.3.3.

13.3.1 Bei Abdeckungen, Abdeckplatten oder Betätigungsgliedern, deren Befestigung durch Schrauben oder Nieten erfolgt:

Prüfung: Nur Besichtigung.

13.3.2 Bei Abdeckungen, Abdeckplatten oder Betätigungsgliedern, deren Befestigung nicht von Schrauben oder Nieten abhängig ist und deren Entfernen durch die Anwendung einer Kraft in eine Richtung ungefähr senkrecht zur Montage-/Auflageoberfläche bewerkstelligt wird (siehe Tabelle 14),

– falls ihr Entfernen zu einer Berührung aktiver Teile mit der Prüfsonde B von IEC 61032 führen kann:

durch die Prüfungen nach 20.4;

– falls ihr Entfernen zu einer Berührung von nicht an den Schutzleiter angeschlossenen Metallteilen mit der Prüfsonde B von IEC 61032 führen kann, die von aktiven Teilen so getrennt sind, dass die Kriech- und Luftstrecken mindestens den Werten nach Tabelle 22 entsprechen;

durch die Prüfungen nach 20.5;

– falls ihr Entfernen zu einer Berührung mit der Prüfsonde B von IEC 61032 führt, nur mit:

- Isolierteilen, oder
- an den Schutzleiter angeschlossenen Metallteilen, oder
- Metallteilen, die von aktiven Teilen so getrennt sind, dass Kriech- und Luftstrecken mindestens den doppelten in Tabelle 22 angegebenen Werten entsprechen, oder
- aktiven Teilen von SELV-Stromkreisen nicht größer als 25 V Wechselstrom:

durch die Prüfungen nach 20.6.

Tabelle 14 – Kräfte, die auf Abdeckungen, Abdeckplatten oder Betätigungsglieder, deren Befestigung nicht von Schrauben abhängig ist, ausgeübt werden

Berührbarkeit mit dem Prüfsonde B von IEC 61032 nach Entfernen von Abdeckungen, Abdeckplatten oder Teilen von diesen	Prüfung nach	Anzuwendende Kraft			
		N			
		Schalter, die 20.7 und 20.8 entsprechen		Schalter, die 20.7 und 20.8 nicht entsprechen	
		darf nicht abgehen	muss abgehen	darf nicht abgehen	muss abgehen
Zu aktiven Teilen	20.4	40	120	80	120
Zu nicht an den Schutzleiter angeschlossenen Metallteilen, die von aktiven Teilen durch Luft- u. Kriechstrecken nach Tabelle 22 getrennt sind	20.5	10	120	20	120
Zu Isolierteilen, an den Schutzleiter angeschlossenen Metallteilen, aktiven Teilen von SELV $\leq$ AC 25 V oder Metallteilen, die von aktiven Teilen durch doppelte Luft- u. Kriechstrecken nach Tabelle 22 getrennt sind	20.6	10	120	10	120

13.3.3 Bei Abdeckungen, Abdeckplatten oder Betätigungsgliedern, deren Befestigung unabhängig von Schrauben ist und deren Entfernen durch ein Werkzeug in Übereinstimmung mit den Angaben des Herstellers in der Bedienungsanleitung oder dem Katalog vorgenommen wird:

Durch die gleichen Prüfungen nach 13.3.2, außer dass Abdeckungen, Abdeckplatten, Betätigungsglieder oder Teile von diesen nicht abzugehen brauchen, wenn eine Kraft bis 120 N in einer Richtung senkrecht zur Montage-/Auflageoberfläche angelegt wird.

13.4 Leer

13.5 Anbringen von Knöpfen

Knöpfe und dergleichen müssen in zuverlässiger Weise sicher befestigt werden, sodass sie sich im bestimmungsgemäßen Gebrauch nicht lockern, wenn ein Lockern zu einer Gefährdung führen würde.

Prüfung:

Wenn es möglich ist, eine axiale Zugkraft im bestimmungsgemäßen Gebrauch anzuwenden, muss eine axiale Zugkraft für 1 min angewendet werden, um zu versuchen, den Knopf abzuziehen.

Die anzuwendende Zugkraft beträgt üblicherweise 15 N, aber wenn der Knopf für ein Ziehen im bestimmungsgemäßen Gebrauch bestimmt ist, wird dies auf 30 N erhöht.

Eine axiale Zugkraft von 30 N wird dann für 1 min auf alle Knöpfe angewendet.

Während und nach dieser Prüfung darf die LSE weder Beschädigungen aufweisen, noch darf sich ein als Betätigungsglied dienender Knopf derart bewegt haben, dass die Übereinstimmung mit der vorliegenden Norm beeinträchtigt wird.

ANMERKUNG Vergussmasse und dergleichen, ausgenommen selbsthärtende Harze, werden nicht als ausreichend für das Verhindern eines Lockerns angesehen.

13.6 Montagemittel

Schrauben oder andere Mittel für die Montage der LSE an einer Fläche oder in einem Gehäuse müssen leicht zugänglich sein. Diese Mittel dürfen keinem anderen Befestigungszweck dienen.

Prüfung. Besichtigung.

13.7 Leer

13.8 Installationsmaterial

Installationsmaterial im Zusammenhang mit LSE, sofern vorhanden, muss seiner jeweiligen Norm entsprechen.

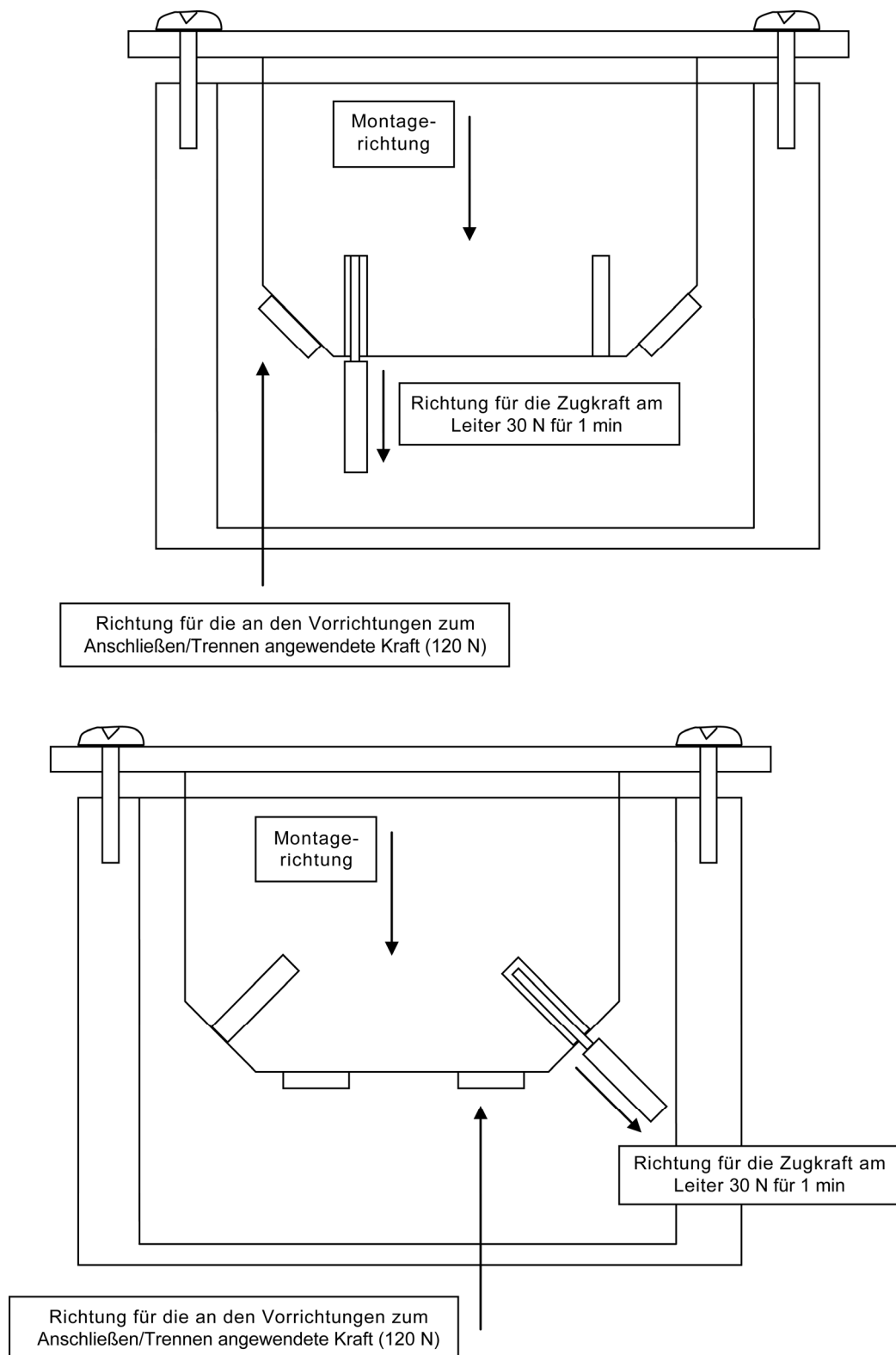


Bild 11a) – Festlegung der Richtung der anzuwendenden Kräfte

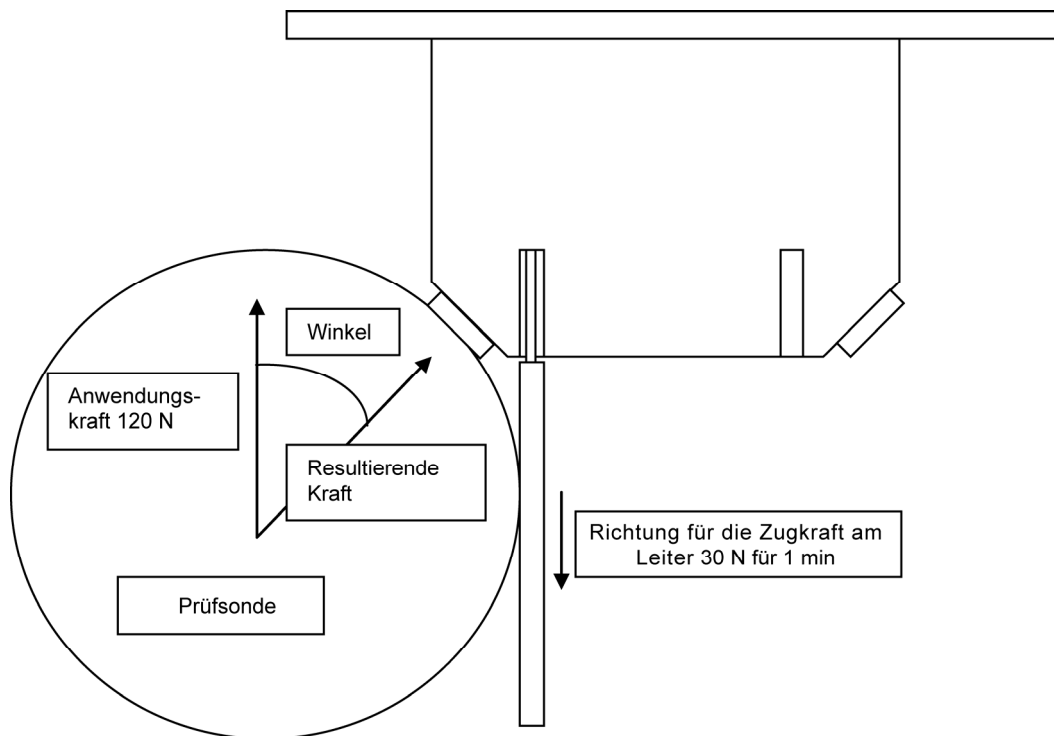


Bild 11b) – (Richtung für die Zugkraft am Leiter 30 N für 1 min)

14 Mechanismus und Betätigungselemente

Unabhängig davon in welchem Status sich die LSE befindet (z. B. LSE in der Betriebsart Lastabwurf oder nicht, LSE ferngesteuert oder nicht), muss es immer möglich sein:

- den Status der LSE deutlich zu erkennen;
- jede automatische oder ferngesteuerte Betriebsart in eine manuelle lokale Steuerung der LSE zu übernehmen, ausgenommen ferngesteuerte LSE (z. B. durch EEMS), welche mit einer Grundbetriebsart ausgestattet sind.

Der Status aller Ausgänge muss deutlich durch zweckmäßige zugewiesene Mittel zuverlässig angezeigt werden. Der Betriebsartstatus von ferngesteuerten LSE muss ebenfalls mit einer lokalen Anzeige ausgestattet sein.

Prüfung: Alle folgenden Prüfungen, soweit zutreffend, und Besichtigung der Statusanzeige.

14.1 Anzeige der Stellung

Das Betätigungsglied der LSE, sofern vorhanden, muss nach dem Loslassen automatisch die Stellung entsprechend den bewegbaren Kontakten einnehmen.

Prüfung: Besichtigung und Handprobe.

14.2 Ruhestellung

LSE mit bewegbaren Kontakten müssen so gebaut sein, dass die bewegbaren Kontakte nur in der „EIN“-Stellung (geschlossene Stellung) und der „AUS“-Stellung (offene Stellung) in Ruhestellung kommen.

Prüfung: Besichtigung und Handproben.

ANMERKUNG Von LSE wird nicht gefordert, in der offenen Stellung die Trennfunktion bereitzustellen.

14.3 Leer

14.4 Einschalten und Ausschalten

Wenn der Neutralpol geschaltet wird, darf das Schalten des Neutralpols von vierpoligen LSE nicht nach anderen Polen schließen und nicht vor anderen Polen öffnen.

Prüfung: Besichtigung und Handprobe unter Verwendung jeglicher geeigneter Mittel (z. B. Anzeigelampe, Oszilloskop, usw.).

14.5 Wirkungsweise des Mechanismus ohne Abdeckung oder Abdeckplatte

Die Wirkungsweise des Mechanismus darf nicht durch die Position von Gehäusen oder Abdeckungen beeinflusst werden und muss unabhängig von jeglichen entfernbaren Teilen sein.

ANMERKUNG 1 Das Betätigungsglied darf bei einigen Bauarten die Abdeckung bilden.

Prüfung: Anschließen des Prüflings ohne Abdeckung oder Abdeckplatte in Reihe mit einer Lampe und durch normales Betätigen des Betätigungsgliedes ohne übermäßige Kraft, wie im bestimmungsgemäßen Gebrauch. Während der Prüfung darf die Lampe nicht flackern.

ANMERKUNG 2 Eine Abdeckung, welche durch den Hersteller in ihrer Position versiegelt ist, wird als nicht entfernbare Teil angesehen.

14.6 Leer

14.7 Befestigungen und Entfernen von Betätigungselemente

Wenn die Abdeckung als Mittel zur Führung von Drucktastern oder dergleichen verwendet wird, darf es nicht möglich sein, diese von außerhalb der LSE zu entfernen.

Betätigungselemente müssen sicher befestigt sein und es darf nicht möglich sein, diese ohne die Zuhilfenahme eines Werkzeugs zu entfernen. Eine unmittelbare Befestigung von Betätigungselementen auf Abdeckungen ist zulässig.

Prüfung: Besichtigung und Handprobe.

14.8 Verriegelung

Wenn mechanische Mittel bereitgestellt oder vom Hersteller festgelegt werden, um die Betätigungselemente in ihrer offenen Stellung zu verriegeln, darf das Verriegeln in dieser Stellung nur möglich sein, wenn die Hauptkontakte in der geöffneten Stellung sind.

Prüfung: Besichtigung unter Berücksichtigung der Anweisungen des Herstellers.

14.9 Statusanzeigen

Der Betriebsartstatus einer LSE muss deutlich durch zweckmäßige Mittel angezeigt werden. Der Status aller Ausgänge muss deutlich durch zugeordnete Mittel angezeigt werden. Diese Mittel müssen zuverlässig sein.

Die ordnungsgemäße Anzeige solcher Mittel wird wie folgt überprüft:

- *Während der Prüfungen nach Abschnitt 18: mindestens während 10 Betätigungen am Anfang und am Ende der Prüfungen;*
- *Am Ende der Prüfungen nach 19.1: ordnungsgemäße Anzeige wird überprüft mittels Ausführung von 2 zusätzlichen Betätigungen;*

- Während der Prüfungen nach 19.2: ordnungsgemäße Anzeige wird überprüft für jede Betätigung und Konfiguration;
- Entsprechend 19.3, soweit anwendbar.

15 Alterungsbeständigkeit und Feuchtebeständigkeit

15.1 Alterungsbeständigkeit

LSE müssen alterungsbeständig sein.

Teile, die ausschließlich dekorativen Zwecken dienen, wie z. B. bestimmte Deckel, müssen entfernt werden, sofern möglich, und diese Teile werden der Prüfung nicht unterzogen.

Prüfung wie folgt:

Prüflinge, die wie im bestimmungsgemäßen Gebrauch montiert sind, werden einer Prüfung in einem Wärmeschrank unterzogen, der eine Atmosphäre in Zusammensetzung und Druck der Umgebungsluft bei natürlicher Luftzirkulation aufweist.

Die Temperatur im Wärmeschrank beträgt (70 ± 2) °C.

Die Prüflinge werden im Wärmeschrank für 7 Tage (168 h) belassen.

Die Verwendung eines elektrisch beheizten Wärmeschrankes wird empfohlen.

Natürliche Luftzirkulation kann durch Löcher in der Schrankwand herbeigeführt werden.

Nach der Behandlung werden die Prüflinge dem Schrank entnommen und bei Raumtemperatur und einer relativen Luftfeuchte zwischen 45 % und 55 % mindestens 4 Tage (96 h) gelagert.

Die Prüflinge dürfen weder Risse, die ohne oder mit Sehhilfen ohne zusätzliche Vergrößerung sichtbar sind, aufweisen, noch darf das Material klebrig oder fettig geworden sein. Dies wird wie folgt beurteilt:

Der mit einem trockenen Stück grob gewebten Tuches umwickelte Zeigefinger wird auf den Prüfling mit einer Kraft von 5 N gedrückt.

Auf dem Prüfling dürfen keine Spuren des Tuches zurückbleiben, und der Werkstoff des Prüflings darf nicht an dem Tuch kleben.

Nach der Prüfung dürfen die Prüflinge keine Beschädigung aufweisen, die zum Nichterfüllen der vorliegenden Norm führen.

ANMERKUNG Die Kraft von 5 N kann auf folgende Weise erreicht werden: Der Prüfling wird auf eine der Waagschalen einer Waage gelegt, und die andere Waagschale wird mit einer Masse gleich der Masse des Prüflings plus 500 g belastet. Dann wird das Gleichgewicht wiederhergestellt, indem der mit einem trockenen Stück grob gewebten Tuches umwickelte Zeigefinger auf den Prüfling gedrückt wird.

15.2 Leer

15.3 Feuchtebeständigkeit

LSE müssen beständig gegenüber der Feuchtigkeit sein, die während des bestimmungsgemäßen Gebrauchs auftreten kann.

Prüfung erfolgt durch die in diesem Abschnitt festgelegte Feuchtebehandlung und unmittelbar anschließender Prüfung entsprechend der Festlegung in Abschnitt 16.

Einführungsöffnungen, sofern vorhanden, werden offen gelassen, von Ausbrechöffnungen, sofern vorhanden, wird eine geöffnet.

Teile, die ohne Werkzeug entfernt werden können, werden entfernt und der Feuchtebehandlung zusammen mit dem Hauptteil unterzogen; Klappdeckel mit Feder werden während dieser Behandlung offen gehalten.

Die Feuchtebehandlung wird in einem Feuchtraum vorgenommen, der Luft mit einer relativen Luftfeuchte zwischen 91 % und 95 % enthält.

Die Temperatur der Luft wird dort, wo die Prüflinge angebracht werden, innerhalb ± 1 °C bei einem beliebigen passenden Wert T zwischen 20 °C und 30 °C gehalten.

Bevor die Prüflinge in den Feuchtraum eingebracht werden, werden sie auf eine Temperatur zwischen T und $T + 4$ °C gebracht.

Die Prüflinge werden für zwei Tage (48 h) im Feuchtraum belassen.

ANMERKUNG Eine relative Luftfeuchte zwischen 91 % und 95 % kann in dem Feuchtraum durch Einbringen einer gesättigten wässrigen Lösung von Natriumsulfat (Na_2SO_4) oder Kaliumnitrat (KNO_3), die eine ausreichende Kontaktfläche mit der Luft hat, erzielt werden.

Nach dieser Behandlung dürfen die Prüflinge keine Beschädigungen im Sinne der vorliegenden Norm aufweisen.

16 Isolationswiderstand und Spannungsfestigkeit

16.1 Allgemeines

Der Isolationswiderstand und die Spannungsfestigkeit der LSE müssen ausreichend sein.

Prüfung: Folgende Prüfungen dieses Abschnitts. Diese werden nach den Prüfungen von Abschnitt 15.3 im Feuchtraum oder in einem Raum durchgeführt, in dem die Prüflinge auf die vorgeschriebene Temperatur gebracht wurden, nach dem Wiederanbringen jener Teile, die ohne Zuhilfenahme eines Werkzeugs entfernt werden können, und welche für die Prüfung entfernt wurden.

Die Prüfungen werden nacheinander am selben Prüfling durchgeführt.

16.2 Isolationswiderstand des Hauptstromkreises

Nach einer Pausenzeit zwischen 30 min und 60 min wird im Anschluss an die Behandlung nach 15.3 der Isolationswiderstand 5 s nach dem Anlegen einer Gleichspannung von ungefähr 500 V nacheinander in der folgenden Reihenfolge gemessen:

- a) *bei Prüfling in geschlossener Stellung (EIN-Stellung) abwechselnd zwischen jedem Pol und allen anderen miteinander und mit dem Körper verbundenen Polen (Tabelle 15, Punkt 1);*

ANMERKUNG 1 Elektronische Bauteile dürfen für diese Prüfung getrennt werden.

- b) *beim Prüfling im Normalzustand (kein Lastabwurf, eingeschaltete Stellung) zwischen allen miteinander und mit dem Körper verbundenen Polen, einschließlich einer Metallfolie, oder einem Teil, welche an der äußeren Oberfläche des Gehäuses aus Isolierstoff aufliegt, wobei die Klemmenbereiche jedoch freigehalten werden, um einen Überschlag zwischen den Klemmen und der Metallfolie und allen weiteren mit dem Körper verbundenen Hilfsstromkreise zu verhindern (Tabelle 15, Punkt 2);*

- c) *zwischen Metallteilen des Mechanismus und des Körpers (Tabelle 15, Punkte 4, 6, 7 und 8);*

ANMERKUNG 2 Für diese Messung kann eine besonderer Zugang zu den Metallteilen des Mechanismus bereitgestellt werden.

- d) bei LSE mit Metallgehäuse, die eine innere Auskleidung aus Isolierstoff haben, zwischen dem Körper und einer Metallfolie, welche die an der inneren Oberfläche der Isolierstoffauskleidung einschließlich Buchsen und ähnlichen Einrichtungen anliegt (Tabelle 15, Punkt 5).

Die Messungen a) und b) werden ausgeführt, nachdem alle Hilfsstromkreise mit dem Körper verbunden wurden.

Der Begriff „Körper“ schließt ein:

- alle berührbaren Metallteile und eine dicht auf der Oberfläche von berührbaren äußeren Isolierstoffteilen, die nach Installation wie im bestimmungsgemäßen Gebrauch zugänglich sind, aufliegende Metallfolie;
- Metallrahmen, welche den Sockel von Unterputz-Schalteinrichtungen bilden;
- die Oberfläche, auf die der Sockel der LSE montiert ist, falls notwendig, mit einer Metallfolie bedeckt;
- Schrauben und andere Befestigungsmittel zur Befestigung von Hauptteilen, des Sockels oder von Abdeckungen und Abdeckplatten, äußeren Montageschrauben, Schutzleiterklemmen und jeglichen Metallteilen des Mechanismus, wenn von diesen eine Isolierung gegenüber aktiven Teilen gefordert ist;

Für die Messungen nach 15.3, Punkte 1 und 2, wird die Metallfolie so aufgebracht, dass Vergussmasse wirksam geprüft wird.

Die Prüfung nach 15.3, Punkt 5, wird nur durchgeführt, wenn jegliche Isolierauskleidung zur Bereitstellung von Isolierung erforderlich ist.

Der Isolationswiderstand darf nicht kleiner sein als die in Tabelle 15 angegebenen Werte.

Beim Wickeln der Metallfolie um die Außenfläche oder Anlegen an die Innenfläche von Teilen aus Isolierstoff wird sie ohne größere Kraft mittels des in Bild 3 dargestellten Prüffingers (Prüfsonde 11 nach IEC 61032) gegen Löcher oder Vertiefungen gedrückt.

16.3 Spannungsfestigkeit des Hauptstromkreises

Nachdem der Prüfling die Prüfungen nach 16.2 bestanden haben, wird an die Isolierung der in 16.2 aufgeführten Teile für 1 min eine im Wesentlichen sinusförmige Spannung mit einer Frequenz zwischen 45 Hz und 65 Hz angelegt.

Die Prüfungen werden nacheinander mit den Spannungen und Anlegepunkten entsprechend den Festlegungen in Tabelle 15 durchgeführt.

Anfänglich wird nicht mehr als die halbe vorgeschriebene Spannung angelegt, sie wird dann innerhalb von 5 s schnell auf den vollen Wert erhöht.

Der zur Prüfung verwendete Hochspannungstransformator muss so ausgelegt sein, dass, nachdem die Ausgangsspannung auf die geeignete Spannung eingestellt worden ist, bei Kurzschließen der Ausgangsklemmen der Ausgangsstrom mindestens 200 mA beträgt. Das Überstromrelais darf nicht auslösen, wenn der Ausgangsstrom kleiner als 100 mA ist. Der Effektivwert der angelegten Prüfspannung muss mit einer Genauigkeit von $\pm 3\%$ gemessen werden.

Während der Prüfung darf kein Überschlag oder Spannungsdurchbruch auftreten.

Glimmentladungen ohne Spannungsabfall werden vernachlässigt.

ANMERKUNG In den folgenden Ländern wird die Prüfung von Punkt 8 von Tabelle 15 zwischen den aktiven Teilen und Metallknöpfen, Tastern und der Metallfolie durchgeführt, die in Kontakt mit der Außenseite berührbarer äußerer Teile und Betätigungsschlüssel des Isolierstoffs sind: AU.