

Neue Norm für die Auswahl und den Einsatz von ÜSE

E. Hering, Dresden

Für Auswahl und Errichtung von Überspannung-Schutzeinrichtungen (ÜSE) galt bisher die Vornorm VDE V 0100-534:1999-04 [1]. Diese wurde durch die Norm VDE 0100-534:2009-02 [2] ersetzt. Der Beitrag beschreibt die neue Norm, gibt Hinweise für ihre Anwendung und geht auch auf einschlägige Forderungen aus anderen Normativen ein. Grundlagen zum Thema enthält der Beitrag „Grundsätze des Überspannungsschutzes“ [3] im ep 1/2009.

1 Anlass und Geltungsbeginn

Durch die Annahme des Harmonisierungsdokuments HD 60364-5-534:2008 des CENELEC (Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung) am 01.05.2008 entstand für alle CENELEC-Mitglieder die Verpflichtung, innerhalb eines Jahres eine harmonisierte nationale Norm zu veröffentlichen oder das HD durch Anerkennung zu übernehmen. Deutschland hat das mit der Herausgabe der neuen Norm VDE 0100-534:2009-02 [2] erfüllt.

Die Norm [2] gilt ab 01.02.2009. Daneben darf die Vornorm [1] noch bis zum 01.05.2011 angewendet werden.

2 Änderungen gegenüber der Vornorm

Die Änderungen resultieren hauptsächlich aus der Übernahme des HD. Sie betreffen vor allem die Gliederung, die Tabellen und die Bilder. Neu sind u. a.

- die Zuordnung der Schutzpegel U_p der ÜSE zu den Bemessungsstehstoßspannungen der zu schützenden Betriebsmittel,
- die Auswahl der ÜSE im Hinblick auf zeitweilige Überspannungen („TOVs“),
- Änderungen der Anforderungen zur Auswahl der ÜSE im Hinblick auf den zu erwartenden Kurzschlussstrom und das erforderliche Folgestromlöschvermögen.

Einschneidende Verschärfungen sind nicht eingetreten.

Die für den Überspannungsschutz typischen Geräte (ÜSE) wurden früher und werden in anderen Normen auch jetzt noch „Überspannungs-Schutzeinrichtungen“ (mit Fugen-s vor dem Bindestrich) genannt. In den Normen der Reihen VDE 0185 (Blitzschutz) und VDE

0675 (Geräte) werden sie als „Überspannungsschutzgeräte“ (ohne Bindestrich) bezeichnet. In der Norm [2] heißen sie „Überspannung-Schutzeinrichtungen“ (ohne Fugen-s vor dem Bindestrich). Nachstehend wird durchweg die Kurzform „ÜSE“ verwendet.

3 Anwendungsbereich der Norm

Die Norm enthält Forderungen für die Auswahl und Errichtung von ÜSE zur Begrenzung transienter (impulsartiger) Überspannungen, die verursacht werden

- a) durch atmosphärische Erscheinungen oder Schaltvorgänge oder
- b) durch direkte Blitzschläge in ein Gebäude mit äußerem Blitzschutz oder in der Nähe eines solchen Gebäudes.

Die ÜSE dienen damit der Isolationskoordination ([2], Abschn. 534.1, Abs. 1). Alternativ zu ÜSE dürfen besondere für diese Anwendung geeignete Trenntransformatoren, Filter oder Kombinationen dieser Einrichtungen eingesetzt werden ([2], Abschn. 534.1, Abs. 3).

Die Norm stellt Anforderungen an die Eigenschaften und an die Art und Weise des Einsatzes der ÜSE ([2], Abschn. 534.1, Abs. 5). Sie behandelt auch den Schutz gegen elektrischen Schlag und den Überstromschutz für den Fall des Defektes einer ÜSE.

Die Norm gilt für Wechselstromnetze. Die Forderungen aus ihr dürfen auch für Gleichstromnetze herangezogen werden, sofern sie dafür anwendbar sind ([2], Abschn. 534.1, Absätze 6 und 7).

Das Erfordernis für den Überspannungsschutz und Forderungen zu dessen Umfang gehören nicht zum Anwendungsbereich der Norm. Dazu wird in ihr auf VDE V 0675-6-12 [5], VDE 0100-443 [6], VDE 0110-1 [7], VDE 0185-305-1 [8], VDE 0185-305-3 [9] und VDE 0385-305-4 [10] verwiesen ([2], Abschn. 534.1, Abs. 1 und Abschn. 534.2.1, Absätze 1 bis 4). Weiteres dazu ist nachfolgend im Abschnitt 4 dieses Beitrags enthalten.

4 Erfordernis für den Überspannungsschutz

4.1 Maßgebende Normen

Ob und in welchem Umfang der Überspannungsschutz gefordert wird, ist in anderen Normen – insbesondere [5] bis [10] – festgelegt und u. a. von Folgendem abhängig:

- Gebäude und dessen Umgebung;
- vorhandene, geplante oder zu erwartende Ausstattung des Hauses mit äußerem Blitzschutz;
- vorhandene, geplante und zu erwartende Ausführung der elektrischen Anlagen einschließlich der informationstechnischen;
- vorhandene, geplante und zu erwartende Betriebsmittel.

Im Einzelnen ist dazu folgendes zu sagen: Für Gebäude mit äußerem Blitzschutz nach den Normen der Reihe VDE 0185 wird der Überspannungsschutz gefordert ([9], Abschn. 6.2; [10], Abschn. 4). Für sonstige Gebäude mit elektrischen Anlagen ist das Erfordernis in folgenden Normen festgelegt:

- VDE 0100-100 [11], Abschn. 131.6.2;
- VDE 0100-443 [6], Abschnitte 443.1 und 443.3.2.2
- VDE 0100-444 [12], Abschnitt 444.3.3.

Die Angaben sind sehr verwirrend. Ferner ist an einigen Stellen der Normen die ÜSE oder ihr Typ nicht beim Namen genannt. Dieser unbefriedigende Zustand ist dadurch bedingt, dass die deutschen Normungsgremien sehr weitgehend an die Harmonisierungsdokumente des CENELEC gebunden sind. Er erschwert die Arbeit der Anlagenplaner und -errichter erheblich und hemmt auch die Verbreitung des Überspannungsschutzes. Die nachstehenden Ausführungen sollen die Forderungen erklären und eine Entscheidungshilfe bieten.

Es verbleiben wenige Fälle, in denen kein Überspannungsschutz gefordert wird. Darum erscheint es ratsam, ihn generell vorzusehen. Offen ist noch die Frage, in welchem Umfang er ausgeführt werden muss oder sollte.

4.2 ÜSE Typ 2

Der Typ 2 muss immer Bestandteil des Überspannungsschutzes sein. Er schützt Betriebsmittel der Überspannungskategorie II mit einer Bemessungsstehstoßspannung von 2,5 kV in Anlagen mit der Nennspannung 230/400 V (z. B. Haushaltgeräte, tragbare Werkzeuge) ([6], Abschn. 443.4, Tabelle 1). Allerdings kann er diesen Schutz nicht ausüben und nicht mit Sicherheit unbeschädigt bleiben, wenn zwischen ihm und der Hauseinführung keine ÜSE Typ 1 eingesetzt ist und Teilblitzströme infolge direkter oder naher Blitzschläge auftreten.

4.3 ÜSE Typ 3

Der Typ 3 wird zusätzlich benötigt, wenn Betriebsmittel der Überspannungskategorie I mit einer Bemessungsstehstoßspannung von 1,5 kV (gegen Überspannung empfindliche Geräte, z. B. Computer, Heimelektronik) in An-

Autor

Dipl.-Ing. (FH) Enno Hering ist Mitglied des AK „Blitzschutz“ und des AK „Starkstromanlagen bis 1000 V“ des VDE-Bezirksvereins Dresden.

lagen mit der Nennspannung 230/400 V geschützt werden sollen ([6], Abschn. 443.4, Tabelle 1). Empfindliche Verbrauchsgeräte sind heutzutage fast in jedem Haus vorhanden. Viele ihrer Besitzer sorgen allerdings mit steckbaren ÜSE Typ 3 selbst für den Schutz.

4.4 ÜSE Typ 1

Ausdrücklich gefordert wird der Typ 1 nur für Starkstromanlagen in Gebäuden mit äußerem Blitzschutz ([9], Abschn. 6.2; [5]). Es gibt jedoch schwerwiegende Gründe, ÜSE Typ 1 auch in anderen Gebäuden einzusetzen, u. a. folgende:

- Bei Häusern ohne äußeren Blitzschutz bewirken direkte Einschläge (z. B. in eine Antenne oder das metallene Rohr eines Schornsteins) oder Naheinschläge (z. B. in ein Nachbarhaus oder einen Kabelverteiler) die gleichen Überspannungen und Teilblitzströme wie bei Häusern mit äußerem Blitzschutz.
- Ohne den Typ 1 sind Brand auslösende Überschläge nicht mit Sicherheit vermeidbar.
- ÜSE Typ 2 sind der Aufgabe nicht gewachsen (siehe Abschnitt 4.2).
- Für die in Energiefließrichtung erste ÜSE gilt die im Abschnitt 5.2 behandelte Forderung. Es ist ferner unerlässlich, sie vor den Zählern anzuordnen, weil sie sonst an eine Zähler-Vorsicherung angeschlossen wäre. Im ungezählten Bereich dürfen jedoch laut Einsatzrichtlinie [13] der Netzbetreiber nur ÜSE Typ 1 eingesetzt werden.

Aus Vorstehendem geht hervor, dass auf ÜSE Typ 1 nicht verzichtet werden kann.

4.5 ÜSE für Informationstechnik

ÜSE sollen auch in informationstechnischen Anlagen angewendet werden ([2] Abschn. 534.2.1, letzter Absatz).

5 Anordnung und Anschlussweise der ÜSE

5.1 Längenbegrenzung der Leiter

Lange Anschlussleitungen beeinträchtigen die Schutzwirkung der ÜSE. Darum soll die Summe der Strecken von der Hauptleitung zur ÜSE Typ 1 und von dieser zur Haupterdungsschiene nach Möglichkeit nicht länger als 0,5 m sein und darf sie 1 m nicht überschreiten ([2], Abschn. 534.2.9). Diese Forderung ist in vielen Fällen schwer erfüllbar, insbesondere beim Stickleitungsanschluss (siehe Abschnitt 5.4.1). Die Hersteller von Geräten können u. a. durch günstige Gestaltung der Gehäuse für die Unterbringung der ÜSE (z. B. Hauptleitungs-Durchgangskästen, Hauptleitungs-Abzweigkästen, Hauptverteiler) hilfreich sein. Die Länge des Erdungsleiters, also des Leiters von der Haupterdungsschiene zum Erder, ist nicht so kritisch, soll aber dennoch so kurz wie möglich sein. Für die Länge der Anschlussleitung der ÜSE Typ 2 an die Vertei-

Tafel 1 Zuordnung der Anschlussschemata der ÜSE Typ 1 und Typ 2 zu den Systemen nach Art der Erdverbindung

Benennung des Anschlussschemas		Anschluss der Schutzpfade	Anwendbar beim System nach Art der Erdverbindung	Bild
nach HD	national übliche ^{a)}			
Bei Drehstrom ([2], Abschn. 534.2.2, Tabelle 53 B, nationaler Zusatz)				
A	3+0-Schaltung	an alle Außenleiter einerseits und den PEN-Leiter oder Schutzleiter andererseits	TN-C ^{b)} IT ohne Neutralleiter	(1) (5)
B	4+0-Schaltung	an alle Außenleiter und den Neutralleiter einerseits und den Schutzleiter andererseits	TN-S IT mit Neutralleiter	(2) (6)
C ^{c)}	3+1-Schaltung ^{c)}	an alle Außenleiter einerseits und den Neutralleiter andererseits sowie zwischen dem Neutralleiter und dem Schutzleiter	TN-S TT ^{d)}	(3) (4)
Bei Einphasen-Wechselstrom				
	1+0-Schaltung	zwischen dem Außenleiter und dem PEN-Leiter	TN-C ^{b)}	(7)
	2+0-Schaltung	an den Außenleiter und den Neutralleiter einerseits und den Schutzleiter andererseits	TN-S	(8)
		an die Außenleiter einerseits und den Schutzleiter andererseits	IT	(9)
	1+1-Schaltung ^{c)}	zwischen dem Außenleiter und dem Neutralleiter sowie zwischen diesem und dem Schutzleiter	TN-S TT ^{d)}	(10) (11)

a) Die erste Ziffer entspricht der Anzahl einpoliger ÜSE oder der Polzahl einer mehrpoligen ÜSE; die zweite Ziffer gibt das Vorhandensein eines N-PE-Ableiters an.

b) Auch anwendbar an der Übergangsstelle vom TN-C-Teil zum TN-S-Teil eines TN-C-S Systems, d. h. an der Stelle der Aufteilung des PEN-Leiters in Neutralleiter und Schutzleiter. Der Anschluss sollte vorzugsweise an dieser Stelle erfolgen. Ein Anschluss bis zu 0,5 m von dieser Stelle entfernt wird wie ein Anschluss an dieser Stelle gewertet ([2], Abschn. 534.2.2, Deutscher Zusatz, Anmerkung).

c) Hierbei muss die im Abschnitt 6.2 beschriebene Forderung erfüllt werden.

d) Die Begründung für diese Anwendung ist im Abschnitt 5.5 enthalten.

Anmerkung: Zusätzliche Schutzpfade zwischen den Außenleitern sind zulässig, jedoch in Gebäuden nicht üblich und hier nicht berücksichtigt.

HD Harmonisierungsdokument

a) Die erste Ziffer entspricht der Anzahl einpoliger ÜSE oder der Polzahl einer mehrpoligen ÜSE; die zweite Ziffer gibt das Vorhandensein eines N-PE-Ableiters an.

b) Auch anwendbar an der Übergangsstelle vom TN-C-Teil zum TN-S-Teil eines TN-C-S-Systems, d. h. an der Stelle der Aufteilung des PEN-Leiters in Neutralleiter und Schutzleiter. Der Anschluss sollte vorzugsweise an dieser Stelle erfolgen. Ein Anschluss bis zu 0,5 m von dieser Stelle entfernt wird wie ein Anschluss an dieser Stelle gewertet ([2], Abschn. 534.2.2, Deutscher Zusatz, Anmerkung).

c) Hierbei muss die im Abschnitt 6.2 beschriebene Forderung erfüllt werden.

d) Die Begründung für diese Anwendung ist im Abschnitt 5.5 enthalten.

Anmerkung: Zusätzliche Schutzpfade zwischen den Außenleitern sind zulässig, jedoch in Gebäuden nicht üblich und hier nicht berücksichtigt.

HD Harmonisierungsdokument

lungsleitung gilt das oben genannte Maß. Das ist leicht erfüllbar, besonders bei der Anordnung der ÜSE im Endverteiler (z. B. Wohnungsverteiler).

5.2 Anordnung der ÜSE

Die Norm fordert, dass die ÜSE „am Speisepunkt der Anlage“ oder am nächstfolgenden Betriebsmittel errichtet wird ([2], Abschn. 534.2.1, Abs. 2 u. 4). Das bedeutet: Die ÜSE muss

- bei Anordnung der Hausanschlussicherung im Gebäude in deren Nähe und
- bei Lage der Hausanschlussicherung außerhalb des Gebäudes in der Nähe der Hauseinführung der Hauptleitung angeordnet werden, z. B. im oder beim Zählerschrank, Hauptverteiler, Hauptleitungs-Abzweigkasten oder Hauptleitungs-Durchgangskasten, je nachdem, was dort installiert ist. Zur Erfüllung der im Abschnitt 5.1 behandelten Forderung muss die ÜSE Typ 1 dicht bei der Hauptleitung und die Haupterdungsschiene dicht bei der ÜSE Typ 1 angeordnet werden. Die ÜSE Typ 2 werden zweckmäßigerweise nahe bei den Endstromkreisen, also in den Endverteilern angeordnet.

Die ÜSE müssen untereinander nach den Angaben ihrer Hersteller koordiniert sein ([2], Abs. 534.2.3.6). Damit die ÜSE Typ 1 ansprechen und die ÜSE Typ 2 vom zu großen Stoßstrom entlasten kann, wenn diese schon angesprochen hat, muss an sich zwischen

diesen ÜSE eine Entkopplungsdrrosselspule oder eine Leitung von bestimmter Mindestlänge eingefügt sein ([2], Anhang D, Bild D.1). Bei manchen ÜSE Typ 1 mit kleinem Schutzpegel U_p ist jedoch diese Entkopplung überflüssig. Manche ÜSE Typ 1 mit kleinem Schutzpegel U_p und kurzen Anschlussleitungen können in Anlagen von geringer räumlicher Ausdehnung (z. B. in Mobilfunkstationen außerhalb von Häusern) die Funktion der ÜSE Typ 2 mit übernehmen. Diese Möglichkeit wird jedoch bei der 3+1-Schaltung und der 1+1-Schaltung durch die im Abschnitt 6.2 erläuterte Forderung zum Schutzpegel eingeschränkt.

Die ÜSE Typ 3 sollen so nahe wie möglich bei den zu schützenden Betriebsmitteln angeordnet werden ([2], Abschn. 534.2.1, Abs. 7). Sie werden überwiegend als Geräte mit Steckvorrichtungen verwendet, können aber auch in die ortsfeste Anlage eingebaut werden. Wird eine ÜSE in der ortsfesten Anlage außerhalb des Verteilers installiert, so muss in diesem der genaue Einbaort und der Stromkreis angegeben werden ([2], Abschn. 534.2.1, Abs. 8).

5.3 Anschlussschemata („Schaltungen“)

Das Schema für den Anschluss der ÜSE Typ 1 und Typ 2 an die Starkstromanlage ist vom System nach Art der Erdverbindung abhängig ([2], Abschn. 534.2.2). Die Begründung für

die spezielle Abhängigkeit vom TT-System ist im Abschnitt 5.5 enthalten. Die Tafel 1 und die Bilder 1 bis 11 geben die Schaltungen konkret an.

5.4 Anschlussmodalitäten

Die Art und Weise, wie die ÜSE Typ 1 an die Hauptleitung angeschlossen werden kann, hängt von der Ausführung der ÜSE und ihres Gehäuses ab [14]. Die Lösungen werden nachstehend beschrieben.

5.4.1 Stichleitungsanschluss

Die ÜSE wird nach Bild 12 an eine von der Hauptleitung abgezwigte Stichleitung angeschlossen. Der Abzweig kann in der Hausanschlussversicherung erfolgen, wenn diese sich im Gebäude befindet; ferner in einem Hauptleitungs-Durchgangskasten, in einem Hauptleitungs-Abzweigkasten oder im Hauptverteiler (falls vorhanden). Nachteilig ist die Beeinträchtigung der Wirksamkeit der ÜSE durch den Widerstand der Stichleitung (siehe Abschnitt 5.1). Diese kann kurz gehalten werden, wenn die Abzweigungsklemmen und die ÜSE in demselben Gehäuse oder Betriebsmittel untergebracht werden.

5.4.2 V-Anschluss

Bei einem V-Anschluss wird die Hauptleitung gemäß Bild 13 durch die ÜSE geführt, die da-

für mit entsprechenden Klemmen ausgestattet sein muss. Nachteilig ist die Begrenzung des Bemessungsstroms der Hausanschlussversicherung und des Leiterquerschnitts der Hauptleitung durch die Klemmen der ÜSE. Vorteilhaft ist, dass die Stichleitung und damit deren Widerstand entfällt.

5.4.3 Aufrasten auf Sammelschienen

Die ÜSE wird entsprechend Bild 14 oder 15 auf die Sammelschienen des Zählerschranks mit der Teilung 40 mm aufrastet und dabei mit diesen elektrisch leitend verbunden. Sie kann ferner wie im Bild 16 auf derartige Sammelschienen eines in die Hauptleitung eingefügten Durchgangs- oder Abzweigkastens aufrastet werden. Auch bei dieser Lösung besteht wie beim V-Anschluss der Vorteil, dass die Stichleitung und damit deren Widerstand entfällt.

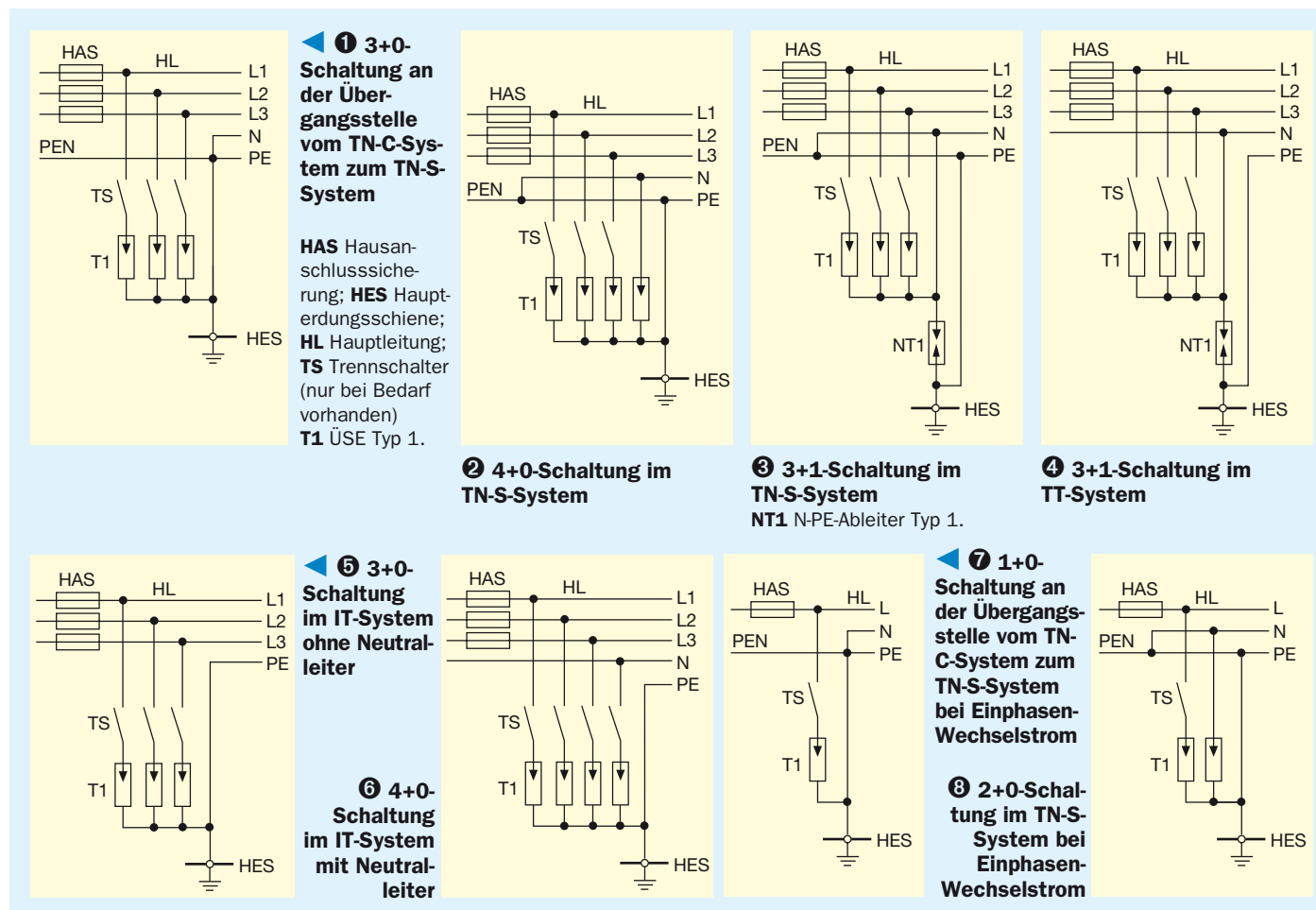
5.5 Schutz gegen elektrischen Schlag

Die ÜSE dürfen auch im fehlerhaften Zustand weder den Schutz bei indirektem Berühren unwirksam machen noch einen elektrischen Schlag hervorrufen ([2], Abschn. 534.2.5). Beim TN-System darf diese Forderung im Allgemeinen durch die vorgeordnete Überstrom-Schutteinrichtung erfüllt werden.

Im TT-System kann dieser Forderung dadurch Folge geleistet werden, dass auf der Versorgungsseite (Eingangsseite) einer Fehlerstrom-Schutteinrichtung (nachstehend kurz „FI-Schutteinrichtung“) die ÜSE Typ 1 und Typ 2 in 3+1-Schaltung (bei Drehstrom) oder 1+1-Schaltung (bei Einphasen-Wechselstrom) angeschlossen werden. Die 3+0-Schaltung und die 1+0-Schaltung sind nicht anwendbar, weil Neutralleiter und Schutzleiter nicht miteinander verbunden sind. Die 4+0-Schaltung und die 2+0-Schaltung sind im TT-System unzulässig, weil die fehlerhafte Durchgängigkeit eines Schutzpfades zwischen Außenleiter und Schutzleiter diesen unter Spannung setzen könnte, ohne dass eine Abschaltung erfolgt [15]. Der N-PE-Ableiter der 3+1-Schaltung und der 1+1-Schaltung muss besondere Anforderungen erfüllen, die in den Abschnitten 6.4, 6.5 und 6.7 beschrieben sind.

Eine weitere Lösung für das TT-System besteht im Anschluss der ÜSE auf der Lastseite (Ausgangsseite) einer FI-Schutteinrichtung. Sie ist jedoch bei ÜSE Typ 1 und Typ 2 zur Vermeidung unnötiger Abschaltungen derselben an Bedingungen geknüpft, die im Abschnitt 5.6 behandelt werden.

Für das IT-System sind besondere Maßnahmen nicht gefordert.



5.6 Vermeidung unnötiger Auslösungen

Zur Vermeidung unnötiger Auslösungen einer FI-Schutzeinrichtung darf auf deren Lastseite (Ausgangsseite) keine ÜSE Typ 1 oder Typ 2 angeschlossen werden ([2], Abschn. 534.2.6). Ausgenommen davon sind FI-Schutzeinrichtungen nach VDE 0664-10 und VDE 0664-20

- a) mit zeitverzögerter Auslösung, z. B. Bauart S (selektive) und
- b) ohne Zeitverzögerung mit einer Stoßstromfestigkeit von mindestens 3 kV (8/20 μ s). Allerdings können Stoßströme über 3 kV (8/20 μ s) zur Auslösung führen.

Ferner dürfen ausnahmsweise auf der Lastseite der FI-Schutzeinrichtung eingesetzt werden:

- ÜSE Typ 1 und Typ 2, wenn auch auf dieser Seite Überspannungen erzeugt werden können, sowie
- ÜSE Typ 2, wenn auf der Versorgungsseite (Eingangsseite) bereits ÜSE Typ 2 angeschlossen sind.

Das kann erforderlich sein, wenn die betreffende Leitung sehr lang ist oder wieder in das Freie führt.

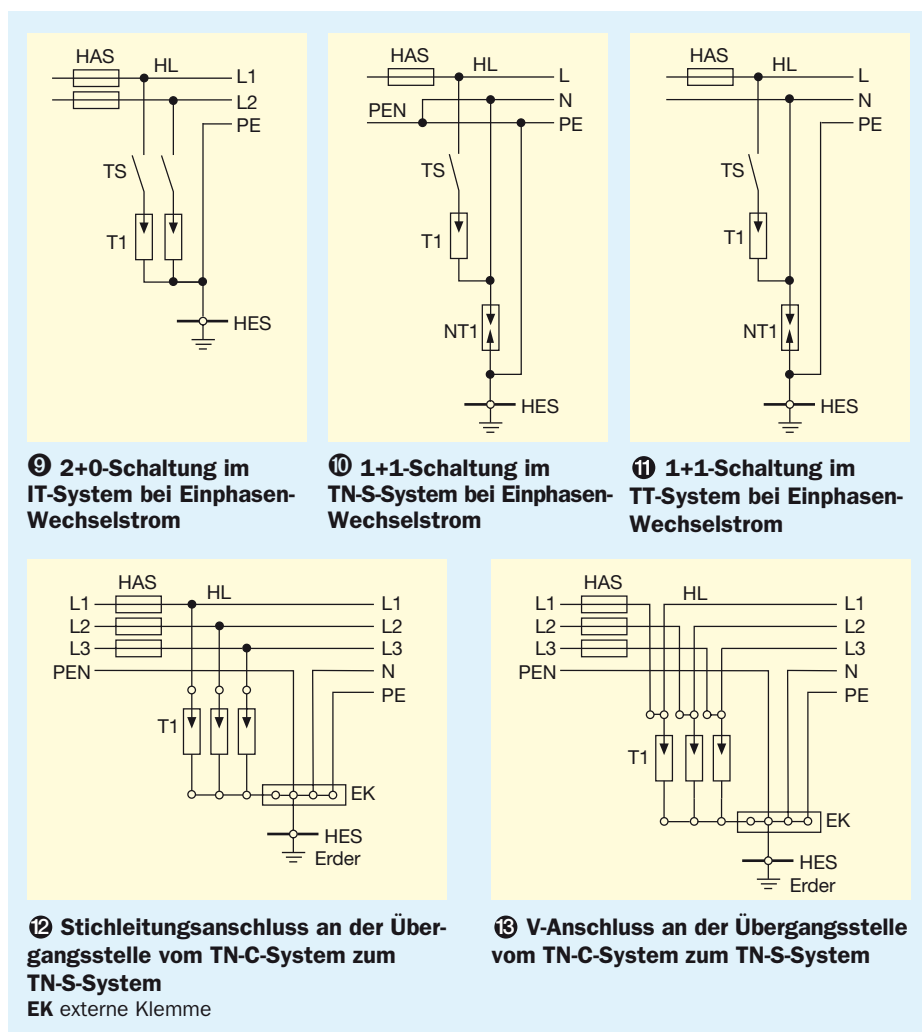
Auf der Lastseite einer FI-Schutzeinrichtung dürfen auch ÜSE eingebaut werden, die empfindliche Betriebsmittel bei Überspannungen schützen. Das sind also ÜSE Typ 3.

5.7 Überstromschutz

Es muss sichergestellt sein, dass die ÜSE Typ 1 bei einem Kurzschluss durch eine Überstrom-Schutzeinrichtung mit einem maximalen Bemessungsstrom nach Angabe des Herstellers dauerhaft abgeschaltet wird ([2], Abschn. 534.2.4; [13], Abschn. 3.3). Je nachdem, ob der Versorgungszuverlässigkeit oder der Aufrechterhaltung des Überspannungsschutzes der Vorrang gegeben wird, kommen die Lösungen nach 5.7.1 bis 5.7.3 in Betracht.

5.7.1 Vorrang der Versorgungszuverlässigkeit

In die Stickleitung zur ÜSE wird eine eigene Überstrom-Schutzeinrichtung eingefügt, und zwar an der Stelle, an der sich bei den Bildern ① bis ⑪ der Trennschalter TS befindet. Diese Lösung ist mit folgenden Bedingungen, Nachteilen und Einschränkungen verbunden: Die Versorgungszuverlässigkeit wird nur dann nicht beeinträchtigt, wenn bei Kurzschluss der ÜSE eine Abschaltselektivität zwischen der eigenen Überstrom-Schutzeinrichtung und derjenigen der gesamten Anlage – im Allgemeinen der Hausanschlussssicherung – besteht. Dafür müssen die Bemessungsstromstärken mindestens um zwei Stufen auseinander liegen. Wenn z. B. als letztgenannte eine NH-Sicherung 250 A dient, was schon hoch ist, so darf als eigene nur eine NH-Sicherung 160 A eingesetzt werden. Diese wird durch Teilblitzströme bei direkten und nahen Blitzeinschlägen leicht zur Abschaltung gebracht.



Bei kleineren Bemessungsströmen der Sicherungen wird das noch kritischer. Wenn die eigene Überstrom-Schutzeinrichtung abgeschaltet hat, bestehen Gefahren beim Auftreten weiterer Überspannungen.

Die Aufrechterhaltung der Versorgung nützt nichts, wenn die Anlage durch Überspannung beschädigt und nicht mehr betriebsfähig ist. Die Versorgung kann auch durch Ereignisse in den Netzen ausfallen. Kurzschlüsse der ÜSE Typ 1 sind äußerst selten. Beim V-Anschluss nach Abschnitt 5.4.2 und beim Aufrasten der ÜSE auf Sammelschienen nach Abschnitt 5.4.3 ist diese Lösung überhaupt nicht anwendbar.

5.7.2 Aufrechterhaltung des Überspannungsschutzes

Die Überstrom-Schutzeinrichtung der gesamten Anlage – in den Bildern ① bis ⑬ die Hausanschlussssicherung HAS – dient auch als Überstrom-Schutzeinrichtung der ÜSE. Diese muss unter Berücksichtigung des Bemessungsstroms der Überstrom-Schutzeinrichtung ausgewählt werden. Das heißt: Der vom Hersteller der ÜSE angegebene maximale Bemessungsstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung darf von dieser nicht überschritten werden.

Nach der Abschaltung der Überstrom-Schutzeinrichtung – sei es durch Kurzschluss der ÜSE, durch einen hohen Teilblitzstrom bei Direkt- oder Naheinschlag, durch eine Überlast oder einen Fehler in der Anlage – bleibt diese mit der ÜSE verbunden. Dadurch wird der Überspannungsschutz aufrechterhalten. Das spricht dafür, diese Lösung zu bevorzugen.

5.7.3 Aufrechterhaltung beider Zustände

Im Abschnitt 534.2.4 von [2] ist noch eine dritte Lösung angegeben: Die Stickleitung ist verzweigt; und die unter 5.7.1 beschriebenen Betriebsmittel sind in jedem der beiden Zweige vorhanden. Diese Lösung ist sehr aufwändig und bietet dennoch keinen absoluten Effekt.

5.7.4 Interne Abtrennvorrichtungen sowie Typen 2 und 3

Manche ÜSE Typ 1, insbesondere für Hochstrom-Schaltanlagen, sind mit einer internen Abtrennvorrichtung ausgestattet. Deren Wirkung entspricht der Lösung nach Abschnitt 5.7.1. ÜSE Typ 2 und Typ 3 verfügen meist über eine interne Abtrennvorrichtung. Abgesehen davon ist ihnen immer eine Überstrom-Schutzeinrichtung der festen Anlage vorgeordnet.

5.8 Mindestquerschnitte der Leiter

ÜSE Typ 1 sind keine Verbrauchsgeräte. Ihre Stickleitungen bedürfen darum keines Überlastschutzes, sondern nur des Kurzschlusschutzes. Es genügt also, ihren Mindestquerschnitt dafür zu bemessen ([16], Abschn. 4.7).

Beim V-Anschluss und beim Aufrasten auf Sammelschienen wird die ÜSE Typ 1 direkt mit der von der Anlage des Hauses belasteten Hauptleitung verbunden. Diese muss auch gegen Überlast geschützt und dementsprechend bemessen sein ([16], Abschn. 4.7).

Wenn ein äußerer Blitzschutz vorhanden ist, müssen die Anschlussleitungen und die Erdungsleiter der ÜSE Typ 1 einen Querschnitt von mindestens 16 mm² bei Kupfer oder einen leitwertgleichen Querschnitt eines anderen Materials haben ([2], Abschn. 534.2.10; [4]). Die Anschlussleitungen der ÜSE Typ 2 und Typ 3 müssen mindestens den gleichen Querschnitt wie die Außenleiter des dazu gehörenden Stromkreises aufweisen. Jedoch genügt unabhängig vom Querschnitt der Außenleiter für die Anschlussleitungen ein Querschnitt von mindestens 4 mm² Kupfer oder der leitwertgleiche Querschnitt eines anderen Materials. Bei der Auswahl der Anschlussleitungen und Erdungsleiter sollten auch deren mechanische Eigenschaften berücksichtigt werden.

6

Kenngrößen der ÜSE

6.1. Grundsätze

ÜSE müssen VDE 0675-6:11 [4] entsprechen. Zusätzliche Informationen zur Auswahl und Anwendung von ÜSE sind in VDE 0675-6:12 [5] enthalten ([2], Abschn. 534.2.3). Für die Auswahl sind insbesondere die Kenngrößen nach den Abschnitten 6.2 bis 6.9 maßgebend.

6.2 Schutzpegel

Wenn ÜSE gefordert sind, muss ihr Schutzpegel U_p in Übereinstimmung mit der Bemessungsstehspannung für die Überspannungskategorie II von VDE 0100-443:2007-06 [6], Tabelle 1 ausgewählt werden. ([2], Abschn. 534.2.3.1). Zum Beispiel darf der Schutzpegel U_p in 230/400-V-Anlagen 2,5 kV nicht überschreiten.

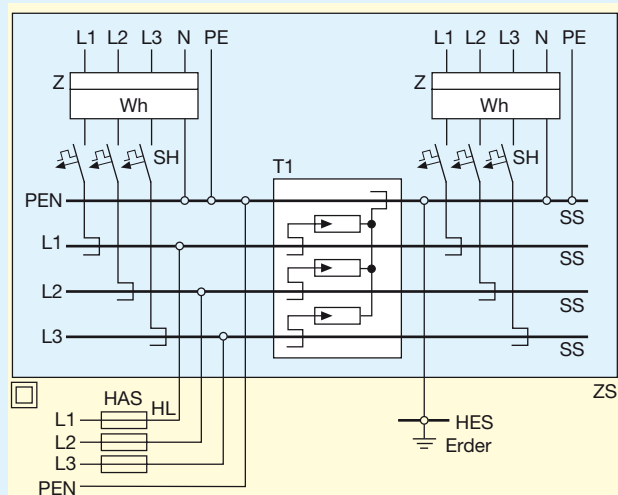
Wenn als Anschlusschema die 3+1-Schaltung oder die 1+1-Schaltung (siehe Abschnitt 5.3 und Tafel 1) angewendet wird, muss der geforderte Schutzpegel von der Reihenschaltung der beiden Schutzpfade – zwischen Außenleiter und Neutralleiter (Ableiterpol) sowie zwischen Neutralleiter und Schutzleiter (N-PE-Ableiter) – eingehalten werden. Das gilt auch für die Anwendung dieser Schaltungen im TN-S-System (siehe Tafel 1 sowie Bilder 3 und 10). Weil die Spannungsspitzen zeitlich verschoben sind, ist der Schutzpegel der

Reihenschaltung allerdings kleiner als die Summe der Schutzpegel der beiden Schutzpfade.

Kann der geforderte Schutzpegel nicht mit einer einzigen ÜSE erreicht werden, so müs-

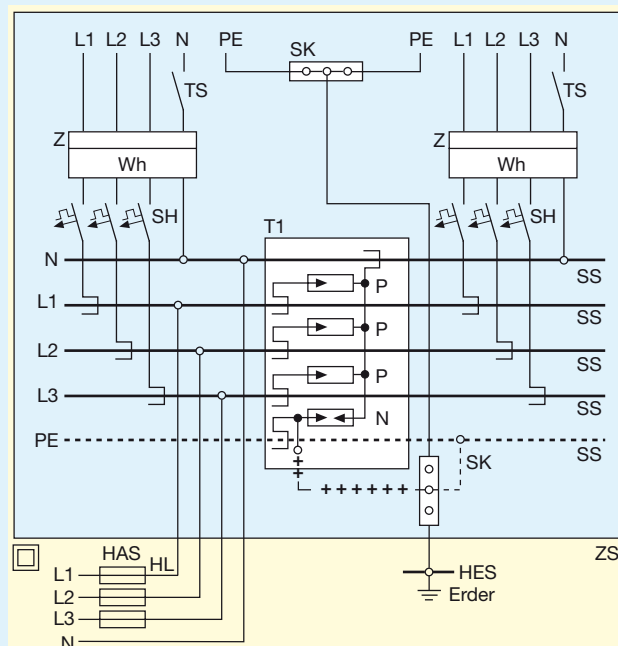
sen zusätzliche ÜSE eingesetzt werden (z. B. Typ 2 zusätzlich zum Typ 1, siehe Abschnitt 5). Zum Schutz empfindlicher Betriebsmittel können weitere ÜSE notwendig sein, deren Schutzpegel der Bemessungsstehspan-

14 Anschluss durch Aufrasten auf die Sammelschienen SS eines Zählerschranks ZS an der Übergangsstelle vom TN-C-System zum TN-S-System

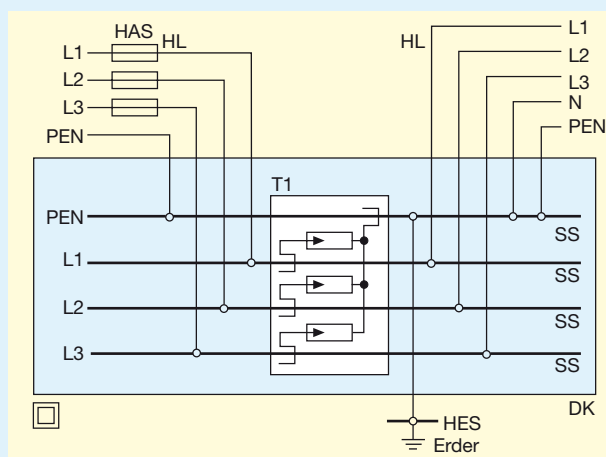


15 Anschluss einer kompletten 3+1-Schaltung durch Aufrasten auf die Sammelschienen eines Zählerschranks im TT-System

N N-PE-Ableiter; P Pole der 3+1-Schaltung
Strichlinie gilt beim Vorhandensein der fünften Sammelschiene.
Kreuzlinie gilt beim Fehlen der fünften Sammelschiene.



16 Anschluss durch Aufrasten auf die Sammelschienen eines Hauptleitungsdurchgangskastens DK an der Übergangsstelle vom TN-C-System zum TN-S-System



nung für die Überspannungskategorie I nach VDE 0100-443:2007-06 [6], Tabelle 1 entspricht. In einer 230-V-Anlage sind das z. B. 1,5 kV.

6.3 Maximal zulässige dauernde Betriebsspannung

Die maximal zulässige dauernde Betriebsspannung U_C von ÜSE muss mindestens so groß wie die in Tabelle 53 C von [2], Abschnitt 534.2.3.2 angegebenen Werte sein. Das sind u. a. im TN-System und im TT-System

- $1,1 \cdot U_0$ zwischen Außenleiter und Neutralleiter, Schutzleiter oder (außer im TT-System) PEN-Leiter;
- U_0 zwischen Neutralleiter und Schutzleiter
- $1,1 \cdot U$ zwischen Außenleitern (so werden ÜSE in Gebäuden selten eingesetzt).

Dabei sind U die Betriebsspannung zwischen Außenleitern und U_0 die Betriebsspannung zwischen Außenleiter und Neutralleiter.

6.4 Berücksichtigung zeitweiliger Überspannungen

Das Ansprechen von ÜSE durch zeitweilige (temporäre) Überspannungen („TOVs“), die z. B. durch einpolige Kurzschlüsse, Körperschlüsse oder Erdschlüsse hervorgerufen werden können, ist unerwünscht. Im Allgemeinen werden die ÜSE von den Herstellern so ausgelegt, dass sich die Anwender nicht darum zu kümmern brauchen ([2], Abschn. 534.2.3.3). Jedoch müssen ÜSE und Schutzpfade von ÜSE, die im TT-System zwischen dem Neutralleiter und dem Schutzleiter angeschlossen werden (N-PE-Ableiter), eine bestimmte TOV-Festigkeit aufweisen ([2], Abschn. 534.2.3.3; [4], Abschn. 7.7.4.2), weil davon der Schutz gegen elektrischen Schlag abhängt.

6.5 Stoßstromableitvermögen

In Abhängigkeit vom Typ und vom Einsatz der ÜSE wird das Stoßstromableitvermögen als „Blitzstoßstromableitvermögen“ I_{imp} oder „Nennableitstoßstrom“ I_n gefordert und angegeben. I_{imp} wird mit der Wellenform 10/350 μ s geprüft ([8], Abschnitt 8.1, Tabelle 5) und I_n mit der Wellenform 8/20 μ s. Gemeint sind immer Scheitelwerte.

Bei ÜSE Typ 1 muss I_{imp} nach [10] ermittelt werden. Wenn das nicht möglich ist, muss I_{imp} mindestens betragen ([2], Abschn. 534.2.3.4, Abs. 4 und 5):

- 12,5 kA (10/350 μ s) für jeden Schutzpfad außer dem N-PE-Ableiter, also für jeden Ableiterpol;
- 50 kA (10/350 μ s) für den N-PE-Ableiter bei Drehstrom (3+1-Schaltung);
- 25 kA für den N-PE-Ableiter bei Einphasen-Wechselstrom (1+1-Schaltung).

Diese Größen reichen aus, wenn der gesamte Blitzstrom 100 kA entsprechend den Blitzschutzklassen III und IV nicht überschreitet und nicht mehr als das 0,5-fache davon über die ÜSE und den Hausanschluss fließt. Diese neuen Werte sind die Hälfte dessen, was die bislang geltende Vornorm [1] und die Einsatz-

richtlinie ([13], Abschn. 3.4) auf der Basis der Blitzschutzklasse I fordern, wenn die Blitzschutzklasse nicht bekannt ist. Es ist jedoch gut, wenn die ÜSE auch die den Blitzschutzklassen I und II zugeordneten maximalen Teilblitzströme vertragen. Die auf dem Markt befindlichen ÜSE Typ 1 sind ohnehin so bemessen ([16], Tafeln 1 bis 3). Was I_{imp} anbelangt, kann also alles beim Alten bleiben.

Bei ÜSE Typ 2 muss I_n mindestens betragen ([2], Abschn. 534.2.3.4, Abs. 1 und 3):

- 5 kA (8/20 μ s) für jeden Schutzpfad außer dem N-PE-Ableiter, also für jeden Ableiterpol;
- 20 kA (8/20 μ s) für den N-PE-Ableiter bei Drehstrom (3+1-Schaltung);
- 10 kA (8/20 μ s) für den N-PE-Ableiter bei Einphasen-Wechselstrom (1+1-Schaltung).

ÜSE Typ 1, die auch die Aufgabe des Typs 2 erfüllen sollen, müssen vorstehende Daten sowohl für I_{imp} als auch für I_n aufweisen ([2], Abschn. 534.2.3.4, letzter Abs.).

6.6 Begrenzung des Kurzschlussstroms

Der vom Hersteller der ÜSE angegebene maximale Bemessungsstrom der vorgeordneten Überstrom-Schutzeinrichtung muss eingehalten werden ([2], 534.2.3.5, Abs. 1 und 2; [13], Abschn. 3.6). Wenn der Effektivwert des prospektiven (unbeeinflussten) Kurzschlussstroms am Einbauort der ÜSE sehr groß ist, soll die Überstrom-Schutzeinrichtung durch ihre den Kurzschlussstrom begrenzende Wirkung diesen auf ein verträgliches Maß herabsetzen.

6.7 Folgestromlöschvermögen

Das Folgestromlöschvermögen (Effektivwert) bei der maximal zulässigen dauernden Betriebsspannung U_C (siehe Abschnitt 6.3) muss mindestens betragen ([2], Abschn. 534.2.3.5):

- a) So viel wie der Effektivwert des prospektiven Kurzschlussstrom am Einbauort der ÜSE bei jedem Schutzpfad außer dem N-PE-Ableiter, also bei jedem Ableiterpol;
- b) 100 A beim N-PE-Ableiter der 3+1-Schaltung und der 1+1-Schaltung im TN-System und im TT-System;
- c) Im IT-System muss auch der Schutzpfad zwischen Neutralleiter und Schutzleiter das in a) angegebene Folgestromlöschvermögen haben. Darum ist im IT-System mit Neutralleiter die 3+1-Schaltung nicht anwendbar. Die 4+0-Schaltung ist jedoch dafür geeignet.

6.8 Prüfspannung der Isolationsmessungen

ÜSE, die Bestandteil einer Steckdose sind und an den Schutzleiter angeschlossen werden, müssen der bei der Messung des Isolationswiderstands nach VDE 0100-600 angewendeten Prüfspannung widerstehen. ÜSE, die nicht für die Prüfspannung der Isolationsmessung ausgelegt sind, müssen für die

Dauer der Messung von der Anlage getrennt werden ([2], Abschn. 534.2.7).

6.9 Statusanzeige von ÜSE

Wenn eine ÜSE keinen Überspannungsschutz mehr bietet, muss das angezeigt werden

- durch eine Anzeigevorrichtung an der ÜSE selbst oder
- durch eine gesonderte Schutzeinrichtung für die ÜSE

([2], Abschn. 534.2.8).

Literatur

- [1] DIN V VDE V 0100-534 (VDE V 0100-534): 1999-04 Errichten von Anlagen von Gebäuden; Teil 534: Auswahl und Errichtung von Betriebsmitteln; Überspannungs-Schutzeinrichtungen.
- [2] DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534):2009-02 Errichten von Niederspannungsanlagen; Teil 5-53: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel; Trennen, Schalten, Steuern; Abschnitt 534: Überspannung-Schutzeinrichtungen (ÜSE).
- [3] Hering, E.: Grundsätze des Überspannungsschutzes. Elektropraktiker, Berlin 63 (2009) 1, S. 50–51.
- [4] DIN EN 61643-11 (VDE 0675-6-11):2007-08 Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung; Teil 11: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen; Anforderungen und Prüfungen.
- [5] DIN CLC/TS 61643-12 (VDE 0675-6-12): 2007-10 – ; Teil 12: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen; Auswahl und Anwendungsgrundsätze.
- [6] DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443):2007-06 Errichten von Niederspannungsanlagen; Teil 4-44: Schutzmaßnahmen; Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen; Abschnitt 443: Schutz bei Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse oder von Schaltvorgängen.
- [7] DIN EN 60664-1 (VDE 0110-1):2003-11 Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen; Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen.
- [8] DIN EN 62305-1 (VDE 0185-305-1):2006-10 Blitzschutz; Teil 1: Allgemeine Grundsätze. Dazu Berichtigung 1:2007-06.
- [9] DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3):2006-10; – ; Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen. Dazu Berichtigung 1:2007-06.
- [10] DIN EN 62305-4 (VDE 0100-305-4):2006-10; – ; Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen. Dazu Berichtigung 1:2007-06.
- [11] DIN VDE 0100-100 (VDE 0100-100):2002-08 Errichten von Niederspannungsanlagen; Teil 100: Anwendungsbereich, Zweck und Grundsätze.
- [12] DIN VDE 0100-444 (VDE 0100-444):1999-10 Elektrische Anlagen von Gebäuden; Teil 4: Schutzmaßnahmen; Kapitel 44: Schutz bei Überspannungen; Hauptabschnitt 444: Schutz gegen elektromagnetische Störungen (EMI) in Anlagen von Gebäuden.
- [13] VDN (Herausgeber): Richtlinie für den Einsatz von Überspannungs-Schutzeinrichtungen (ÜSE) Typ 1 in Hauptstromversorgungssystemen. Berlin: Verband der Netzbetreiber – VDN e. V. beim VDEW. 2004.
- [14] Hering, E.: Neue Anschlussmöglichkeit von Blitzstromableitern. Elektropraktiker, Berlin 59 (2005) 8, S. 602–603.
- [15] Hering, E.: 3+1-Schaltung und N-PE-Ableiter. Elektropraktiker, Berlin 54 (2000) 10, S. 836.
- [16] Hering, E.: Aktuelle Blitzstromableiter für Hauptstromversorgung. Elektropraktiker, Berlin 61 (2007) 2, S. 117–122. ■