



# Installationsvorschriften für Überspannungsschutzeinrichtungen

Peter Zahlmann • Josef Birkel

**Die DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443):2007-06 und DIN VDE V 0100-534 (VDE 0100-534):1999-04 sind für den Errichter von Niederspannungsanlagen die beiden wichtigsten Installationsvorschriften zur Entscheidung, ob Überspannungsschutzmaßnahmen erforderlich sind, sowie für den Fall der Notwendigkeit zur Auswahl und Errichtung von Überspannungsschutzeinrichtungen in Niederspannungsanlagen. Seit Juni 2007 ist die DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443):2007-06 verfügbar. Der Teil 534 der DIN VDE 0100 befindet sich noch in der endgültigen Überarbeitung und wird voraussichtlich Ende 2008 erscheinen.**

tungen“ verwendet. Verbreitet ist auch die Kurzbezeichnung „SPD“, die aus dem Englischen abgeleitet ist von „Surge Protective Device“. Im AK 221.2.2 und dem zuständigen Unterkomitee UK 221.2 „Schutz gegen thermische Auswirkungen/Sachschutz“ wurde beschlossen, dass in den Errichtervorschriften in Zukunft ausschließlich der Begriff Überspannungsschutzeinrichtungen (ÜSE) verwendet werden soll. Dies erfolgt in Analogie zu den üblichen Begriffen, wie Überstromschutz-einrichtung und Fehlerstromschutz-einrichtung.

Die beiden Normen DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443):2007-06 [1] und DIN VDE V 0100-534 (VDE V 0100-534):1999-04 [2] bzw. der Entwurf zur E DIN IEC 60364-5-53/A2 (VDE 0100-534):2001-06 [3], die in diesem Beitrag vorgestellt werden, sind innerhalb der DKE [4] im Arbeitskreis AK 221.2.2 „Schutz bei Überspannungen“ federführend begleitet worden.

Dem Teil 443 der DIN VDE 0100 (VDE 0100) [1] ist in der deutschen Ausgabe im nationalen Vorwort noch ein zusätzlicher, erläuternder Hinweis zum verwendeten Begriff „Überspannungsschutzeinrichtungen“ vorangestellt. Dies wird auch so bei

| Nennspannung der Anlage <sup>a)</sup> | Geforderte Bemessungsstehstoßspannung <sup>b)</sup> für              |   |   |  |
|---------------------------------------|--|---|---|--|
|                                       | Betriebsmittel am Speisepunkt der Anlage (Überspannungskategorie IV) | Betriebsmittel der Verteilungs- und Endstromkreise (Überspannungskategorie III) | Geräte (Überspannungskategorie II)        | Besonders geschützte Betriebsmittel (Überspannungskategorie IV)              |
| 230/400 V<br>277/480 V                |  |   |   |  |
| 400/690 V                             | z. B. Elektrizitätszähler, Rundsteuergeräte                          | z. B. Verteilertafeln, Schalter, Steckdosen                                     | z. B. Haushaltsgeräte, tragbare Werkzeuge | z. B. empfindliche elektrische Geräte mit externem Schutz bei Überspannungen |
|                                       | 6 kV   | 4 kV  | 2,5 kV                                    | 1,5 kV   |
| 1000 V                                | 12 kV  | 8 kV  | 6 kV                                      | 4 kV   |

<sup>a)</sup> nach der Norm DIN IEC 60038 (VDE 0175):2002-11 [6]  
<sup>b)</sup> diese Bemessungsstehstoßspannung wird zwischen den aktiven Leitern und PE angewendet

**Tabelle 1.** Geforderte Bemessungsstehstoßspannung der Betriebsmittel

der neuen DIN IEC 60364-5-53 (VDE 0100-534) [3] erfolgen. In Normen zum Blitzschutz der Reihe VDE 0185-305 und in verschiedenen Produktnormen werden für den Begriff „Überspannungsschutzeinrichtung (ÜSE)“ auch noch die Bezeichnungen „Überspannungsschutzgeräte“ und „Überspannungsschutzeinrich-

## Normative Einordnung

In der Gruppe dieser beiden Normen behandelt die DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443):2007-06 [1] dabei den Schutz von elektrischen Anlagen bei Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse, die über das Stromversorgungsnetz übertragen werden, und infolge von Schaltvorgängen.

Dr.-Ing. Peter Zahlmann ist der für die Technik zuständige Geschäftsführer der Dehn + Söhne GmbH + Co. KG in Neumarkt

E-Mail: peter.zahlmann@technik.dehn.de



Dipl.-Ing. Josef Birkel ist Leiter der Entwicklungs-Laboratorien der Dehn + Söhne GmbH + Co. KG in Neumarkt.

E-Mail: josef.birkel@technik.dehn.de



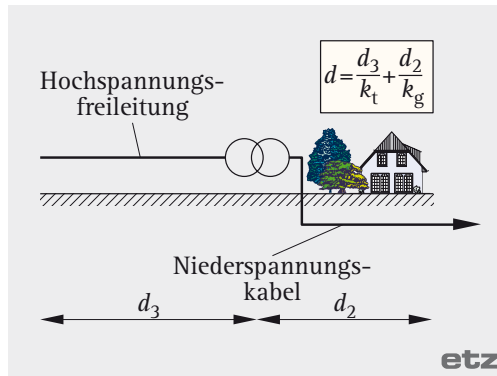


Die Änderungen zur internationalen Norm IEC 60364-4-44:2001-08 [5] sowie die Modifikation, die innerhalb der europäischen Normung durch CENELEC SC 64A eingebracht wurden, sind im Rahmen eines einstufigen Annahmeverfahrens von CENELEC angenommen und als Harmonisierungsdokument HD 60364-4-443:2006 publiziert worden. Die nunmehr vorliegende Norm DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443):2007-06 [1] stellt die deutsche Übernahme dieses Harmonisierungsdokuments dar. Wie bereits in der zurückgezogenen Vorgängernorm Z DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443):2002-01 [7] ist der Inhalt dieses Teils der VDE-0100-Reihe der Schutz von elektrischen Anlagen bei Überspannungen infolge atmosphärischer Entladungen, die über das Stromversorgungssystem übertragen oder infolge von Schaltvorgängen generiert werden. Das nunmehr vorliegende Dokument gibt detaillierte Hinweise, in welchen Fällen der Schutz vor Überspannungen durch die Art des Stromversorgungsnetzes selbst (ohne zusätzliche Schutzvorrichtungen) und durch zusätzliche Schutzvorrichtungen sichergestellt werden kann.

Ein wichtiger Bestandteil der neuen Norm, die Klassifizierung der Bemessungsstehstoßspannung, ist inhaltlich im Wesentlichen unverändert aus dem Vorgängerdokument übernommen worden. Die Beachtung der erforderlichen Bemessungsstehstoßspannung sichert die Isolationskoordination der installierten Betriebsmittel und auch der gesamten Anlage. Als Ergänzung zu den bisher normativ bereits genannten Bemessungsspannungen wurde diese auf 1000 V erweitert.

Bei der Anwendung der Tabelle 1, die inhaltlich der Tabelle 1 aus der DIN EN 60664-1 (VDE 0110-1):2008-01 [8] entspricht, ist zu beachten, dass man bei der Isolationskoordination von einer Stehstoßspannung ausgeht. Per Definition ist damit eine Rückwirkung der zu prüfenden Systeme auf die Stoßspannungswelle ausgeschlossen. Nur so ist sichergestellt, dass die wirkliche Festigkeit der Isolierung ermittelt wird.

Die Beachtung der abgestuften Stehstoßspannungsfestigkeit gemäß Tabelle 1 ist eine der wesentlichen Dimensionierungsgrundlagen für ÜSE. Bezüglich ihres Schutzpegels sind diese so auszuwählen, dass dieser kleiner als die Stehstoßspannungsfestigkeit der Betriebsmittel oder Anlage ist. Der Hauptabschnitt 443.3 der DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443):2007-06 [1] mit dem Titel „Vorkeh-



**Bild 1.** Bestimmung der konventionellen Länge  $d$  für Hochspannungsfreileitungen und Niederspannungskabel im Erdreich verlegt, mit  $d$ : konventionelle Länge der Versorgungsleitung in km;  $k_t = 4$  (typ. Reduktionsfaktor für Transformator);  $k_g = 4$  (typ. Reduktionsfaktor für kombinierte Freileitung/Kabelverlegung)

rungen zur Beherrschung von Überspannungen“ untergliedert sich in zwei Teile: „Systemeigene Beherrschung“ und „Beherrschung durch Schutzvorrichtungen“.

Die Grundaussage der systemeigenen Beherrschung, dass bei vollständig in Erde verlegten Niederspannungsnetzen oder bei Anlagen mit Niederspannungsfreileitungen, aber einem keraunischen Pegel von weniger als 25 Gewittertagen pro Jahr, allein die Isolationskoordination gemäß Tabelle 1 einen ausreichenden Schutz bietet, war bereits so im Vorgängerpapier enthalten. Diese Feststellung jedoch, in dieser uneingeschränkten Formulierung, wie sie hier vorliegt, entspricht nicht mehr dem Stand der Technik. Die Erfahrungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass der keraunische Pegel nicht das einzige Entscheidungskriterium sein kann. Bei komplexen Systemen wird dringend die Durchführung einer Risikoanalyse empfohlen. In DIN VDE 0184 (VDE 0184):2005-10 [9], die grundlegende Aussagen zu den zu erwartenden Überspannungen und Schutzmaßnahmen enthält, wird diese Aussage teilweise revidiert.

Der Abschnitt 443.4.3 „Beherrschung von Überspannungen durch Schutzvorrichtungen“ wurde vollständig überarbeitet und durch eine neue Risikoanalyse ergänzt. Mit dem vorliegenden Dokument ist die bisherige Vorgehensweise, die Beherrschung der Überspannungen gestützt auf äußere Einflussbedingungen abzustimmen, in Deutschland nicht mehr anzuwenden.

Bei der Anwendung der alten Regelung des Vorgängerdokuments, die als Entscheidungskriterium die jährliche Zahl der Gewittertage ( $AQ > 25$ ) zugrunde legt, gab es in einzelnen Ländern Schwierigkeiten, da keine gesicherten Unterlagen der Wetter-

stationen vorlagen. Weitere Probleme traten an den Grenzen zwischen zwei Regionen mit mehr oder weniger als 25 Gewittertagen und der dann notwendigen Differenzierung innerhalb des Territoriums auf.

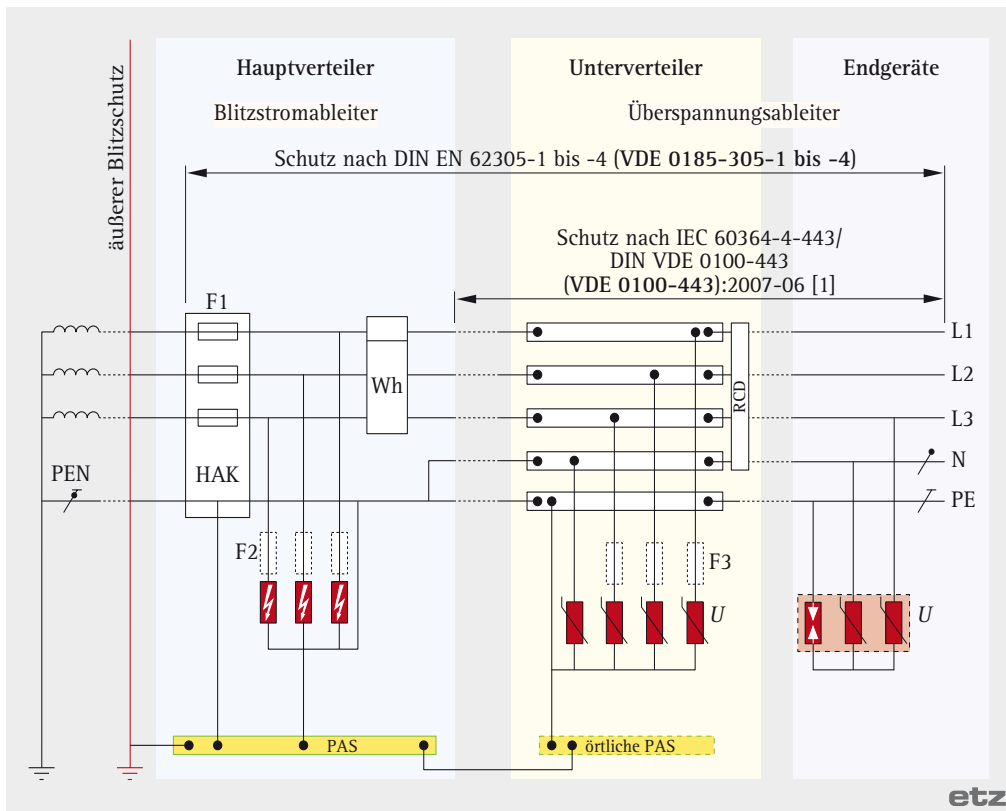
Jetzt wird im Abschnitt 443.2.2 der neuen Norm eine vereinfachte Risikoanalyse beschrieben, die in Deutschland künftig allein zur Anwendung kommen soll. Diese neue Methode basiert auf einer vereinfachten Risikoanalyse für die zu betrachtende elektrische Anlage. Dabei werden die Ausführungsart und Länge der Versorgungsleitung zu der betrachteten Anlage und die Nutzungsart der Anlage differenziert nach dem Auswirkungsumfang der Schäden durch Überspannungen bewertet. Die entscheidende Größe, ob Überspannungsschutz erforderlich ist oder nicht, ist die sogenannte kritische Länge  $d_c$  der Stromversorgung, die nach diesem vereinfachten Verfahren ermittelt wird. Die Über- oder Unterschreitung dieser kritischen Länge bildet dann die Grundlage für die Entscheidung, ob ein Überspannungsschutz im Rahmen dieser Norm vorzusehen ist.

Bild 1 zeigt exemplarisch eine Installationsvariante, bei der eine Hochspannungsfreileitung  $d_3$  und ein im Erdreich verlegtes Niederspannungskabel  $d_2$  zu bewerten sind. Für den Fall, dass die konventionelle Länge  $d$  größer ist als die kritische Länge  $d_c$ , muss ein Überspannungsschutz vorgesehen werden. Die kritische Länge  $d_c$  wiederum lässt sich aus der Blitzdichte  $N_g$  (Häufigkeit der Blitze pro Quadratkilometer und Jahr) ableiten.

Mit dieser Methode kann auf verschiedene Installationsvarianten differenziert eingegangen werden. In der Norm sind die entsprechenden Informationen enthalten. Um dem Anwender den Umgang mit dieser Methode zu erleichtern, wurde bereits für einen Großteil möglicher Anwendungsfälle diese Analyse durchgeführt. Für die häufig anzutreffenden „Schutz-niveaus“:

a – Auswirkungen in Bezug auf das menschliche Leben (z. B. Sicherheitseinrichtungen, Krankenhäuser), b – Auswirkungen in Bezug auf öffentliche Einrichtungen und c – Auswirkungen auf Gewerbe- und Industrieanlagen, ergeben die Berechnungen, dass in allen Fällen Überspannungsschutz installiert werden muss. Mögliche Überspannungen werden durch Überspannungsschutzvorrichtungen (Typ 2 und Typ 3) entsprechend der DIN EN 61643-11 (VDE 0675-6-11):2007-08 [10] begrenzt.

Für die Schutz-niveaus d – Ansammlung von Personen, z. B. große Wohngebäude,



**Bild 2.** Mehrstufiger Einsatz von Überspannungsschutzeinrichtungen für das TN-C-S-System

und e – Einzelpersonen, z. B. Wohngebäude, ist das Ergebnis im Einzelfall zu bewerten. Detaillierte Informationen zu dieser vereinfachten Risikobewertung befinden sich im Anhang B der DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443):2007-06 [1]. Anhang A des Dokuments, welches die Beherrschung von Überspannungen durch Anwendung von Überspannungsschutzeinrichtungen in Freileitungen regelt, wurde inhaltlich aus dem Vorgängerpapier übernommen.

Im Gegensatz zu den übrigen CENELEC-Mitgliedsstaaten hat Deutschland dieses Kapitel als „normativ“ eingestuft. Die darin enthaltenen Aussagen sind inhaltlich aus dem § 18 der DIN 57100 (VDE 0100):1973-05 [11] übernommen worden. Da die aufgeführten Schutzmaßnahmen auch heute noch übliche Installationspraxis speziell bei Niederspannungsfreileitungssystemen sind, wurde dieser Abschnitt als Anhang A beibehalten. Nach dem heutigen Stand der Technik kann ein wirksamer Schutz von Anlagen und Geräten für diesen Installationsbereich nur durch Maßnahmen auch im Inneren der Anlagen erreicht werden.

Es sei an dieser Stelle nochmals ausdrücklich darauf hingewiesen, dass diese Norm keine Anwendung findet im Fall von Überspannungen, herrührend von direkten oder nahen Blitzeinwirkungen. Für diese Bedrohungsszenarien enthalten die Normen der Reihe DIN EN 62305-1 (VDE 0185-

305-1):2006-10 [12] und DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4):2006-10 [13] Entscheidungskriterien für den Einsatz von Überspannungsschutzeinrichtungen im Rahmen des Blitzschutzes. Die Blitzströme und Überspannungen werden in diesem Fall durch Überspannungsschutzeinrichtungen des Typs 1 begrenzt. Die Anforderungen an die Auswahl und Einrichtungen aller Typen von Überspannungsschutzeinrichtungen (Typ 1, 2 und 3) sind im Hauptabschnitt 534 der DIN VDE 0100 (VDE 0100) beschrieben. Bild 2 zeigt am Beispiel eines installierten mehrstufigen Überspannungsschutzes die Geltungsbereiche der jeweiligen Standards.

## Ausblick

Mit der umfassend überarbeiteten DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443):2007-06 [1] liegt ein Dokument vor, welches den aktuellen Stand der diversen Schutzmaßnahmen zum Schutz von indirekten Blitzeignissen und Schaltüberspannungen repräsentiert. In Ergänzung zu den relevanten Normen zum Schutz bei direkten Blitzeinwirkungen der Reihe DIN VDE 0185-305-1 bis -4 (VDE 0185-305-1 bis -4) und der voraussichtlich Ende 2008 erscheinenden relevanten Auswahl- und Installationsnorm für Überspannungsschutzeinrichtungen E DIN IEC 60364-5-53/A2 (VDE 0100-534):2001-06 [3] liegt dann dem

Anwender ein aufeinander abgestimmtes Normenpaket vor, welches alle Belange des Blitz- und Überspannungsschutzes behandelt.

## Literatur

- [1] 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. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [2] DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534):1999-04 Elektrische Anlagen von Gebäuden – Teil 534: Auswahl und Errichtung von Betriebsmitteln – Überspannungsschutzeinrichtungen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [3] E DIN IEC 60364-5-53/A2 (VDE 0100-534):2001-06 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Kapitel 53: Schaltgeräte und Steuergeräte – Hauptabschnitt 534: Überspannungsschutzeinrichtungen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [4] DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Frankfurt/M.: www.dke.de
- [5] IEC 60364-4-44:2001-08 Electrical Installations of buildings – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances. Genf/Schweiz: Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale (ISBN 2-8318-5847-X)
- [6] DIN IEC 60038 (VDE 0175):2002-11 IEC-Normspannungen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [7] Z DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443):2002-01 (zurückgezogen) Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4: Schutzmaßnahmen – Kapitel 44: Schutz bei Überspannungen – Hauptabschnitt 443: Schutz bei Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse oder von Schaltvorgängen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [8] DIN EN 60664-1 (VDE 0110-1):2008-01 Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [9] DIN VDE 0184 (VDE 0184):2005-10 Überspannungsschutz bei Überspannungen in Niederspannungs-Starkstromanlagen mit Wechselspannungen – Allgemeine grundlegende Informationen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [10] DIN EN 61643-11 (VDE 0675-6-11):2007-08 Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung – Teil 11: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen – Anforderungen und Prüfungen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [11] DIN 57100 (VDE 0100):1973-05 Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [12] DIN EN 62305-1 (VDE 0185-305-1):2006-10 Blitzschutz – Teil 1: Allgemeine Grundsätze. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [13] DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4):2006-10 Blitzschutz – Teil 4: Elektrische und elektronische System in baulichen Anlagen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG



# Installationsvorschriften für Überspannungsschutzeinrichtungen – Teil 2

Peter Zahlmann • Josef Birkl

**Im ersten Teil [1] dieses zweiteiligen Beitrags wurde die seit Juni 2007 in Kraft befindliche DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443) [2] vorgestellt. Der neue Teil 534 der DIN VDE 0100 (VDE 0100) [3] ist im Februar 2009 veröffentlicht worden. Auch die DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] wurde innerhalb der DKE im Arbeitskreis AK 221.2.2 „Schutz bei Überspannungen“ federführend bearbeitet. Die beiden Autoren, Mitarbeiter dieses Normenkreises, berichten im nachfolgenden Beitrag über die wichtigsten Änderungen gegenüber den früheren Ausgaben dieser Normen. Sie beschreiben die neuen Anforderungen, die sich aus den aktualisierten Installationsvorschriften ergeben und stellen einige prinzipielle Lösungen zur praktischen Umsetzung dieser normativen Anforderungen vor.**

**Zusätzlich zu der in dem etz-Beitrag veröffentlichten Version werden in diesem Sonderdruck noch die zu diesem Beitrag eingegangenen Anfragen zur Interpretation verschiedener Anforderungen aus der neuen DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] diskutiert. Diese Erläuterungen spiegeln auch das Ergebnis der jüngsten Beratungen im DKE-Arbeitskreis AK 221.2.2 wider [4].**

## Chronologische Entstehung der DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534)

Die nunmehr publizierte DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] ersetzt die seit dem Jahr 1999 gültige Vornorm Z DIN V VDE V 0100-534 (VDE V 0100-534):1999-04 [5], die als sog. Blaudruck veröffentlicht worden ist. Eine Verabschiedung dieser Vorschrift als gültiger nationaler Standard war durch die geltenden Vereinbarungen zur internationalen Normenarbeit nicht mehr möglich.

Die neue DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] gilt ab dem 1. Februar 2009. Für in Planung oder im Bau befindliche Anlagen gilt eine Übergangsfrist bis zum 1. Mai 2011. In dieser Übergangszeit darf auch noch die Vornorm Z DIN V VDE V 0100-534 (VDE V 0100-534):1999-04 [5] angewendet werden. Die DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] basiert im Wesentlichen auf der im Jahr 2002 verabschiedeten IEC 60364-5-53 Ed. 3: 2001+A1: 2002, Hauptabschnitt 534 „Devices for protection against overvoltage“ [6].

Diese IEC-Norm wurde im Jahr 2001 der deutschen Fachöffentlichkeit als nicht

autorisierte deutsche Übersetzung E DIN IEC 60364-5-53/A2 (VDE 0100-534):2001-06 (zurückgezogen) [7] erstmals vorgestellt. Der Inhalt dieser IEC-Norm wurde mit einigen Änderungen in das europäische technische Regelwerk als Harmonisierungsdokument HD 60364-5-534 übernommen. Die von diesem HD-Dokument abgeleiteten nationalen Normen der europäischen Länder müssen nicht zwangsläufig identisch sein. Bei der Übernahme in das jeweilige nationale Normenwerk sind nationale Ergänzungen und Präzisierungen zulässig. Die im Februar 2009 erschienene DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] enthält nun die deutsche Übernahme des europäischen Harmonisierungsdokuments HD 60364-5-534.

Wenn nicht anders vermerkt, bezieht sich dieser Fachbeitrag grundsätzlich auf die DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] mit den nationalen Zusätzen für Deutschland, den sog. Grauschattierungen, die nicht in der Originalfassung des Harmonisierungsdokuments (HD) enthalten sind. Im Nachfolgenden werden wesentliche Unterschiede der bisher in Deutschland

für die Auswahl und Errichtung von Überspannungsschutzeinrichtungen maßgeblichen Vornorm aus dem Jahr 1999 [5] zur nun vorliegenden DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] dargestellt.

## Normative Einordnung der DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534)

Bereits im zugehörigen nationalen Vorwort wird die normative Einordnung der DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] erläutert. In der DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] werden Kriterien aufgeführt, wie Überspannungsschutzeinrichtungen – sowohl für den Überspannungs- als auch für den Blitzschutz – auszuwählen und zu installieren sind. Die Frage, ob Überspannungsschutzeinrichtungen in einer elektrischen Anlage zu installieren sind, wird hingegen in der Errichternorm DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443):2007-06 [2] und in den Blitzschutznormen der Reihe DIN EN 62305-1 bis -4 (VDE 0185-305-1 bis -4) [8–11] beantwortet. Dazu heißt es sinngemäß im nationalen Vorwort: Die jeweiligen Anforderungen für die Anwendung oder Ausführung der Schutzmaßnahmen sind aber nach wie vor in getrennten Normen, nämlich DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443) [2] und DIN EN 60305-1 bis -4 (VDE 0185-305-1 bis -4) [8–11] festgelegt.

## Begriff „Überspannungsschutzeinrichtungen (ÜSE)“

In der DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] wird dabei ausschließlich der Begriff Überspannungsschutzeinrichtung mit der entsprechenden Abkürzung ÜSE verwendet. Es wird darauf hingewiesen, dass in anderen Normen für solche Schutzeinrichtungen auch die Begriffe Überspannungsschutzgeräte (ÜSG) und das aus dem Englischen von „Surge Protective Device“ abgeleitete Akronym „SPD“ verwendet. In diesem Beitrag wird die Schreibweise „Überspannungsschutzeinrichtung“ verwendet.

## Der Anwendungsbereich

Wie bereits ausgeführt, werden in der DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] Anforderungen für die Auswahl und Er-

richtung von Überspannungsschutzeinrichtungen (ÜSE) zur Begrenzung von transienten Überspannungen beschrieben. Durch ÜSE soll eine Begrenzung von transienten Überspannungen sichergestellt werden, um die Isolationskoordination unter den Bedingungen, wie sie in DIN EN 60664-1 (VDE 0110-1):2008-01 [12] beschrieben sind, zu erfüllen. Die DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] berücksichtigt dabei transiente Überspannungen, die sowohl atmosphärischen Ursprungs sind als auch Schaltüberspannungen, die von Betriebsmitteln selbst innerhalb der elektrischen Anlage erzeugt werden. Dabei ist, im Gegensatz zur DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443) [2], explizit auch der Schutz bei transienten Überspannungen, die durch direkte Blitzeinschläge oder durch Blitzeinschläge in der unmittelbaren Umgebung eines durch ein Blitzschutzsystem geschützten Gebäudes verursacht werden, eingeschlossen.

Die Anforderungen der DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] gelten für Wechselstromnetze. Sie können aber, soweit anwendbar, auch für den Einsatz von ÜSE in Gleichstromnetzen herangezogen werden.

Die DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] ist grundsätzlich auch bei der Auswahl und Errichtung von ÜSE für die Anwendung in Betriebsstätten, Räumen und Anlagen besonderer Art, wie sie in der Gruppe 700 der DIN VDE 0100 (VDE 0100) beschrieben sind, zu berücksichtigen, wenn nicht andere oder zusätzliche Festlegungen im jeweils relevanten Teil 7.x.r der Reihe DIN VDE 0100 (VDE 0100) enthalten sind.

So wird z. B. in der DIN VDE 0100-712 (VDE 0100-712):2006-06 [13] noch zu-

sätzlich auf den möglichen Einsatz von ÜSE auf der DC-Seite von Photovoltaik-(PV-)Stromversorgungssystemen eingegangen. Dahingegen sind in der DIN VDE 0100-717 (VDE 0100-717):2005-06 [14] keine anderen oder zusätzlichen Anforderungen an die Auswahl und Errichtung von ÜSE gegeben. Es gelten also für die elektrischen Anlagen auf Fahrzeugen oder in transportablen Baueinheiten, wie sie in dieser Norm beschrieben sind, uneingeschränkt die Anforderungen der DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3].

## Verwendung von Überspannungsschutzeinrichtungen (ÜSE)

In diesem Abschnitt sind die grundsätzlichen Entscheidungskriterien für die korrekte Auswahl von ÜSE für den Blitzschutzpotentialausgleich und auch für den Überspannungsschutz festgelegt. In elektrischen Anlagen, in denen der Einbau von ÜSE nach den Kriterien von DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443) [2] notwendig ist, wird der Schutz bei Überspannung üblicherweise durch die Installation von ÜSE vom Typ 2 und wenn notwendig durch den zusätzlichen Einbau von ÜSE vom Typ 3 sichergestellt. Dabei ist zu beachten, dass in diesem Fall als Ursache der Überspannungen ausschließlich indirekte und ferne Blitzeinschläge sowie Schaltüberspannungen berücksichtigt werden.

Soll hingegen die elektrische Anlage auch vor Auswirkungen von direkten Blitzeinschlägen oder Einschlägen in der Nähe des Versorgungssystems, entsprechend der Blitzschutznormen DIN EN 62305-1 bis -4 (VDE 0185-305-1 bis -4) [8-11], geschützt werden, dann ist der Einsatz von ÜSE vom Typ 1 sowie von ÜSE vom Typ 2 und Typ 3 gefordert. Zusätzlich ist auch die Forderung aufgenommen worden, den Einbauort von ÜSE anzuzeigen, die in der ortsfesten elektrischen Installation, aber nicht innerhalb des Verteilers eingebaut sind, z. B. in einer Steckdose.

Diese grundsätzlichen Entscheidungskriterien zur Verwendung von ÜSE waren in der Vornorm Z DIN V VDE V 0100-534 (VDE V 0100-534) [5] inhaltlich so bereits enthalten. Es wurden jedoch die Normenbezüge und die Terminologie angepasst und aktualisiert. Für die praktische Umsetzung des Blitzschutzkonzepts erfolgt ein Querverweis auf die entsprechenden Blitzschutznormen. Die in der Vornorm Z DIN V VDE V 0100-534 (VDE V 0100-534) [5] aufgeführte prinzipielle Darstellung der Schutzzoneneinteilung in einem Gebäude ist in der DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] aus formalen Gründen nicht mehr enthalten.

Für ÜSE vom Typ 1 zum Zweck des Blitzschutzpotentialausgleichs wird als Einbauort der „Speisepunkt der Anlage“, also unmittelbar am Gebäudeeintritt der elektrischen Versorgungsleitung, gefordert. Dieser Einbauort entspricht in der Regel der Zonengrenze zwischen Blitzschutzzone (Lightning Protection Zone) LPZ 0<sub>A</sub> und LPZ 1. Entsprechend des Blitzschutzkonzepts können Leitungen, die in diese Zone eintreten, Blitzteilströme führen. Am Schutzzoneneintritt sind deshalb sog. Blitzstromableiter, also ÜSE vom Typ 1 zu installieren.

Als Speisepunkt der elektrischen Anlage entsprechend DIN VDE 0100-200 (VDE 0100-200):2006-06 [15] werden in der Installationspraxis oft die Überstromschutzeinrichtungen des Hausanschlusses oder der Einspeisetransformator angesehen. Zur konsequenten Umsetzung der DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] und des Blitzschutzkonzepts kann es deshalb notwendig sein, dass ÜSE vom Typ 1 im ungezählten Bereich der elektrischen Gebäudeinstallation, also dem Hauptstromversorgungssystem, zu installieren sind. Es sind dabei die zusätzlichen Anforderungen der entsprechenden VDN-Richtlinie [16] zu berücksichtigen.

In den sog. Grauschattierungen (Texte grau hinterlegt) wurden für Deutschland ergänzende Hinweise aufgenommen. So z. B., dass insbesondere beim Einsatz von ÜSE vom Typ 1 zum Zweck des Blitzschutzpotentialausgleichs die Vorgaben der Blitzschutznormen DIN EN 62305-1 (VDE 0185-305-1):2006-10 [8] und DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) [10] von Bedeutung sind.

Auch wurde für Deutschland die zusätzliche Präzisierung aufgenommen, dass entsprechend der Produktnorm DIN EN 61643-11 (VDE 0675-6-11):2007-08 [17] die eingesetzten Überspannungsschutzeinrichtungen (ÜSE) vom Typ 1 mit dem 10/350-µs-Impuls zu prüfen sind.

Auf die grundsätzliche Forderung des Blitzschutzkonzepts, dass alle Leitungen und Kabel, die in eine individuelle innere LPZ (Lightning Protection Zone) eintreten – also nicht nur die Niederspannungsanlage – mit ÜSE zu beschalten sind, wird mit einer entsprechenden Anmerkung eingegangen. Es wird angemerkt, dass Schutzmaßnahmen auch für alle anderen ankommenden Netzwerke, wie Telekommunikations- und Signaleinrichtungen, notwendig sind.

Auch der Grundgedanke des Blitzschutzkonzepts, ein Gebäude, das die zu schützende elektrische Anlage enthält, entsprechend der Störfestigkeit der instal-

Dr.-Ing. Peter Zahlmann ist der für die Technik zuständige Geschäftsführer der Dehn + Söhne GmbH + Co. KG in Neumarkt (Oberpf).

E-Mail: peter.zahlmann@technik.dehn.de



Dipl.-Ing. Josef Birkel ist Leiter der Entwicklungs-Laboratorien der Dehn + Söhne GmbH + Co. KG in Neumarkt (Oberpf).

E-Mail: josef.birkel@technik.dehn.de

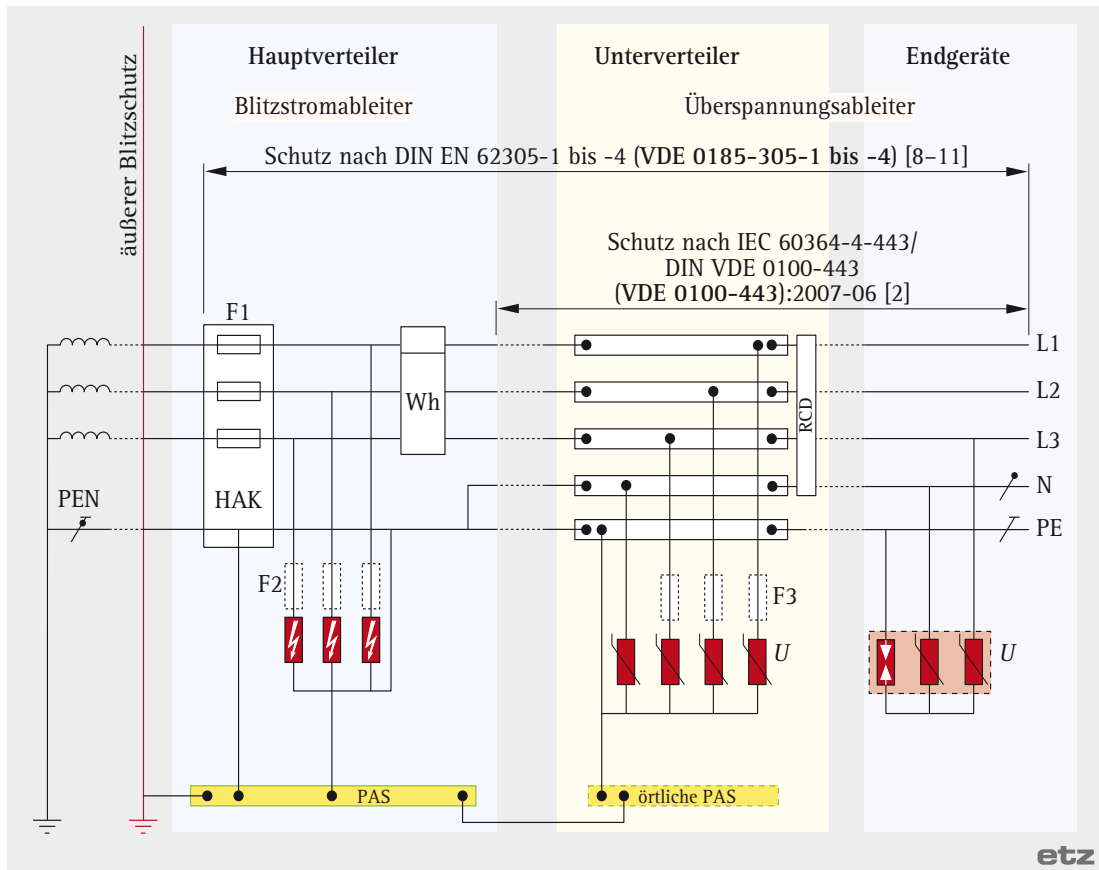




lierten elektrischen und elektronischen Betriebsmittel in mehrere aufeinander folgende Zonen (LPZ) zu unterteilen, sodass der Bedrohungspegel mit dem Störfestigkeitspegel der Betriebsmittel innerhalb der jeweiligen Zone verträglich ist, wird in Abschnitt 534.2.1 berücksichtigt. „Um empfindliche Betriebsmittel zu schützen, können zusätzliche ÜSE notwendig sein. Solche (zusätzlichen) ÜSE müssen mit den vorgeschalteten ÜSE koordiniert werden.“ Bild 1 zeigt beispielhaft für ein TN-C-S-System die Errichtung eines solchen mehrstufigen Überspannungsschutzes.

Erweitert im Vergleich zur Vornorm sind die Vorgaben zum Einbauort, wenn der Einsatz von ÜSE entsprechend Kriterien der DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443) [2] notwendig ist. In diesen Fällen belasten keine Blitzteilströme die elektrische Anlage und somit ist ein Einbau von ÜSE vom Typ 2 „in der Nähe des Speisepunkts der Anlage oder in der Hauptverteilungsanlage“ möglich.

Anforderungen zu Schirmung und Potentialausgleich und zur Dämpfung des abgestrahlten, elektrischen und magnetischen Felds des Blitzes werden in der DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] nicht behandelt. Hier wird auf die entsprechende Blitzschutznorm DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4):2006-10 [11] verwiesen.



**Bild 1.** Mehrstufiger Einsatz von Überspannungsschutzeinrichtungen (ÜSE) für das TN-C-S-System

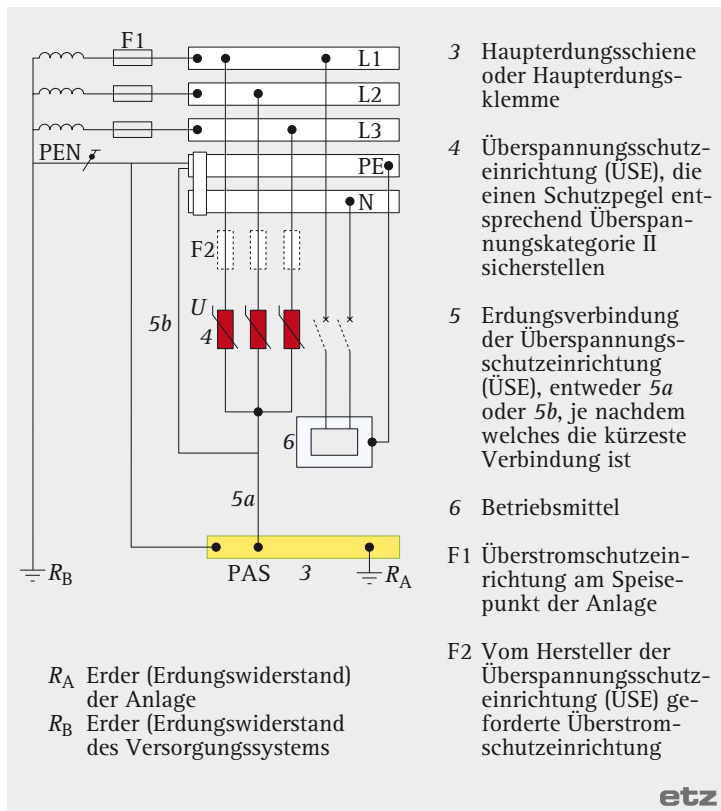
## Anschluss von Überspannungsschutzeinrichtungen (ÜSE)

Im Abschnitt 534.2.2 der DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] werden die unterschiedlichen Einbauvarianten von ÜSE entsprechend dem eingesetzten System nach Art der Erdverbindung (Netzsysteme) beschrieben. Das wichtigste Unterscheidungsmerkmal ist dabei das Vorhandensein einer direkten Verbindung zwischen Neutralleiter und PE-Leiter am oder in der Nähe des Einbauorts der ÜSE. Für die unterschiedlichen Installationsvarianten wurden in der DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] die neuen europäischen

Bezeichnungen: Anschlussschema A, B und C eingeführt. Unterschieden wird dabei zwischen ÜSE, deren Einbau für ein Anschlussschema zwingend gefordert ist, und ÜSE, die optional noch zusätzlich installiert werden können. Tabelle 1 fasst die in Deutschland zulässigen Anschlussmöglichkeiten für die am häufigsten vorkommenden Netzsysteme zusammen, und die verwendeten unterschiedlichen Bezeichnungen aus den Dokumenten HD 60364-5-534, DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] und IEC 60364-5-53/A1:2002-06 [6] werden gegenübergestellt. Aufgeführt sind auch die in Deutschland

| Anschlussschema   |                               | Anschluss der Überspannungsschutzeinrichtung (ÜSE) |  | Anwendung nach Netzform            |
|---|-------------------------------|--|--|------------------------------------|
| HD 60364-5-534:2008-08<br>DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534):2009-02 [3] | IEC 60364-5-53/A1:2002-06 [6] | national übliche Benennung                         | optional zwischen Außenleitern und gefordert zwischen jedem ...          |                                    |
| Anschlussschema A   | Connection type 1             | „3+0-Schaltung“                                    | Außenleiter und PEN- bzw. PE-Leiter                                      | TN-C<br>IT ohne Neutralleiter      |
| Anschlussschema B   |                               | „4+0-Schaltung“                                    | Außenleiter und PE-Leiter sowie zwischen Neutralleiter und PE-Leiter     | TN-S<br>IT mit Neutralleiter       |
| Anschlussschema C   | Connection type 2             | „3+1-Schaltung“                                    | Außenleiter und Neutralleiter sowie zwischen Neutralleiter und PE-Leiter | TT<br>TN-S<br>IT mit Neutralleiter |

**Tabelle 1.** Anschluss von Überspannungsschutzeinrichtungen (ÜSE) entsprechend der Netzform



**Bild 2.** Anschluss von ÜSE nach DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] für ein TN-System

üblichen Bezeichnungen, wie „3+1-Schaltung“, die in der bereits zitierten VDN-Richtlinie für den Einsatz von ÜSE vom Typ 1 in Hauptstromversorgungssystemen ebenfalls verwendet werden. Die Anforderungen an ÜSE für die einzelnen Anschlussschemata werden im Weiteren beschrieben.

In einer nationalen Anmerkung zur Tabelle 1 werden die Kriterien zur Anwendung der „3+1-Schaltung“ präzisiert. So wird explizit ausgeführt, dass eine „3+1-Schaltung“ auch in TN-S-Systemen zulässig ist. Hingegen ist in TT-Systemen die „3+1-Schaltung“ von ÜSE zwingend vorgeschrieben, um die Forderung nach einer adäquaten Schutzmaßnahme vor dem Fehlerstromschutzschalter einzuhalten (siehe dazu auch den Abschnitt zum Schutz bei indirektem Berühren). Zusätzlich zum europäischen Normentext wurde in der deutschen Fassung auch das Kriterium „in der Nähe des Einbauorts“ mit einem Abstand von  $\leq 0,5$  m zwischen Einbauort der ÜSE und der direkten Verbindung Neutralleiter und PE-Leiter präzisiert.

## Die Erdungsverbindungen

Eine weitere für den Installateur von ÜSE wichtige Forderung zum effek-

tiven und normgerechten Anschluss von ÜSE betrifft die Ausführung und Art der Erdungsverbindung von ÜSE. Deren normgerechte Ausführung wird am Beispiel für ein TN-System durch Bild 2 erläutert. Im informativen Anhang der DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] sind für das TN-, TT- und IT-System entsprechende Ausführungsbeispiele dargestellt.

## Interpretation des Normenkomitees

Im Normtext wird entsprechend des europäischen Harmonisierungsdokuments allgemein von Erdungsverbindungen gesprochen. In den jüngsten Beratungen im DKE-Arbeitskreis AK 221.2.2 wurde präzisiert, dass diese Verbindungen 5a und 5b als Schutzleiter zu klassifizieren sind. Be-

gründet wird diese Einschätzung damit, dass all diese Verbindungen eine Schutzfunktion haben. Auch in der Vornorm waren diese Verbindungen bereits als Schutzleiter bezeichnet. Als Konsequenz ergibt sich, dass für diese Erdungsverbindungen die Anforderungen an Schutzleiter der DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540):2007-06 [18] erfüllt werden müssen. Daraus abgeleitet muss die farbliche Kennzeichnung der Verbindungen grün-gelb sein.

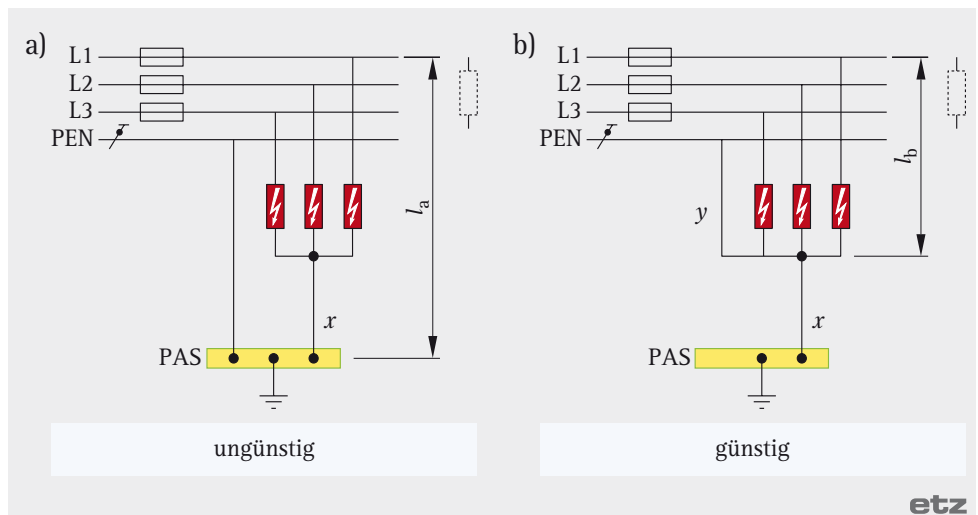
## Europäisches Harmonisierungsdokument – VDN-Richtlinie

Im europäischen Harmonisierungsdokument (HD) wird dem Installateur die prinzipielle Möglichkeit eingeräumt, als Erdungsverbindung der ÜSE entweder die im Bild 2 als Verbindung 5a bezeichnete Leitung von der ÜSE zur Haupterdungsschiene oder die als Verbindung 5b bezeichnete Leitungsführung von der ÜSE zum PE-Leiter zu realisieren – je nachdem, welche dieser beiden Verbindungen die kürzere ist. In einer nationalen Anmerkung werden in Deutschland für ÜSE beide Erdungsleiter 5a und 5b verbindlich vorgeschrieben. Nicht ganz widerspruchsfrei waren dazu die Vorgaben der Vornorm Z DIN V VDE V 0100-534 (VDE V 0100-534):1999-04 [5]. So wurden z.B. in dem als normativ klassifizierten Anhang A.1 beide Erdungsverbindungen dargestellt, wohingegen in gleicher Norm nach Abschnitt 534.2.7 eine Verbindung zu der Haupterdungsschiene oder zum PE- bzw. PEN-Leiter zulässig war. Die Vorgabe, dass beide Erdungsleiter 5a und 5b zu verlegen sind, ist so in der bereits zitierten VDN-Richtlinie für den Einsatz von ÜSE vom Typ 1 in Hauptstromversorgungssystemen enthalten.

## Interpretation des Normenkomitees

Bei der letzten Sitzung des DKE-Arbeitskreises AK 221.2.2 wurde nochmals folgende Präzisierung diskutiert:

Beide Verbindungen 5a und 5b sind für ÜSE Typ 1 und Typ 2 verbindlich, die am oder in der Nähe des Speisepunkts der elektrischen Anlage errichtet werden. Abschnitt 534.2.2 bezieht sich im ersten Abschnitt auf die Anhänge A bis C. Diese



**Bild 3.** Erdungsverbindung von ÜSE – a) ungünstig, b) günstig



**Bild 4.** Anschluss von ÜSE vom Typ 1 im Sammelschienenanschlussfeld des Zählerplatzes

Anhänge A bis C beschreiben die Errichtung von ÜSE am oder in der Nähe des Speisepunkts der elektrischen Anlage. In Anhang D wird die Errichtung eines mehrstufigen ÜSE-Konzepts dargestellt. Für nachgeordnete elektrische Verteiler oder Schaltanlagen wird nur die Verbindung der ÜSE zum Schutzleiter gefordert. In Anlagen, in denen das Blitzschutzzonenkonzept nach DIN EN 62305-1 bis -4 (VDE 0185-305-1 bis -4) [8-11] umgesetzt werden soll, sind die ÜSE mit dem Schutzleiter und dem örtlichen Blitzschutzpotentialausgleich zu verbinden, wie dies bereits in der Vornorm Z DIN V VDE V 0100-534 (VDE V 0100-534) [5] beschrieben wurde.

## Forderung nach zwei Erdungsverbindungen

Für die Umsetzung dieser formalen Forderung nach zwei Erdungsverbindungen von der ÜSE zum Potentialausgleich und zum PE-Leiteranschluss auch in anderen Installationsumgebungen, z.B. in Niederspannungsschaltanlagen, werden zurzeit verschiedene praxismgerechte Lösungen diskutiert. Dabei darf jedoch nicht der technische Hintergrund und das damit einhergehende grundlegende Schutzziel aus den Augen verloren werden, dass für diese aufwendigere Installationsvorgabe in der DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] zugrunde gelegt worden ist. Allgemeines Schutzziel ist dabei immer ein möglichst niedriger Schutzpegel für das zu schützende Endgerät oder die zu schützende elektrische Anlage. Dieses grundlegende Schutzziel ist aus den Bildern 3a und 3b ersichtlich. Der aus der Sicht des zu schützenden Geräts niedrigste Schutzpegel ergibt sich, wenn Erdungsleiter 5a und Schutzpotentialausgleichsleiter 5b angeschlossen sind. Für den am Endgerät tatsächlich auftretenden Schutzpegel ist dann der Abstand zwischen Haupterdungsschiene und Einbauort der ÜSE nachgeordnet. Darüber hinaus wird durch die Blitzstromaufteilung verhindert, dass durch hohe Blitzteilströme und die damit einhergehenden dynamischen Beanspruchungen der Hauptpotentialausgleichsleiter zu stark belastet wird.

Die praktische Umsetzung dieser Vorgaben ist in Bild 4 dargestellt. Die ÜSE vom Typ 1 ist direkt auf dem Sammelschienenanschlussfeld des Zählerplatzes aufrastbar. Damit werden einfach und schnell die nach Abschnitt 534.2.2 gefor-

derten beiden Erdungsverbindungen 5a und 5b erstellt und die Länge der Anschlussleitungen reduziert.

## Auswahl von Überspannungsschutzeinrichtungen (ÜSE)

Die grundsätzliche Forderung nach Abschnitt 534.2.3, dass ÜSE der derzeit gültigen Produktnorm DIN EN 61643-11 (VDE 0675-6-11):2007-08 „Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen“ [17] entsprechen müssen, war bereits in der Vergangenheit ebenfalls ein unbedingtes Muss. Für den Installateur lässt sich diese Bedingung nur sehr schwer überprüfen. Verwendet er ausschließlich Schutzgeräte, die das Prüfzeichen einer unabhängigen Zertifizierungsstelle, wie dem VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut [19] oder KEMA [20], tragen, ist die Forderung per se erfüllt. Die Normenkonformität der Geräte wird nach außen sichtbar dokumentiert.

## Schutzpegel $U_p$ von Überspannungsschutzeinrichtungen (ÜSE)

ÜSE sind nach Abschnitt 534.2.3.1 im Hinblick auf den ausgewiesenen Schutzpegel  $U_p$  in Übereinstimmung mit der Bemessungsstehstoßspannung nach Tabelle 1 von DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443) [2] auszuwählen. Dieser Anspruch war bereits in der Vorgängernorm so formuliert. Ergänzend wird nun gefordert, dass der Schutzpegel die Spannungswerte für die Überspannungskategorie II nicht überschreiten darf. Diese Forderung gilt für alle in Tabelle 1 aufgeführten Anschlussvarianten. Das heißt, für die Anwendung in 230/400-V-Anlagen dürfen alle verwendeten ÜSE vom Typ 1, Typ 2 und Typ 3

| Anschlusspfad der ÜSE | TT-System       | TN-C-System     | TN-S-System     | IT-System mit mitgeführtem Neutralleiter | IT-System ohne mitgeführtem Neutralleiter |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|---|
| Anschluss L-N         | $1,1 \cdot U_0$ | NA              | $1,1 \cdot U_0$ | $1,1 \cdot U_0$                          | NA  |
| Anschluss L-PE        | $1,1 \cdot U_0$ | NA              | $1,1 \cdot U_0$ | $U$                                      | $1,1 \cdot U$                             |
| Anschluss N-PE        | $U_0^{*)}$      | NA              | $U_0^{*)}$      | $U_0^{*)}$                               | NA  |
| Anschluss L-PEN       | NA              | $1,1 \cdot U_0$ | NA              | NA                                       | NA  |
| Anschluss L-L         | $1,1 \cdot U$   | $1,1 \cdot U$   | $1,1 \cdot U$   | $1,1 \cdot U$                            | $1,1 \cdot U$                             |

$U_0$  kennzeichnet die Systemnennspannung, entspricht also dem Effektivwert der Wechselspannung zwischen Außenleiter und Neutralleiter des Niederspannungsnetzes

$U$  kennzeichnet den Effektivwert der Wechselspannung zwischen Außenleiter und Außenleiter des Niederspannungsnetzes;  $U = \sqrt{3} \cdot U_0$

NA dieser Anschlusspfad der ÜSE ist im entsprechenden System nicht anwendbar

\*) diese Werte beziehen sich bereits auf die Bedingungen im ungünstigsten Betriebsfall, deshalb wird die Toleranz von 10 % nicht berücksichtigt

**Tabelle 2.** Geforderte Mindestwerte der höchsten Dauerspannung  $U_c$  von ÜSE abhängig von der Netzform des Verteilnetzes und vom Anschlusspfad (= Schutzpfad) der ÜSE

einen Schutzpegel von 2,5 kV nicht überschreiten. Die Bemessungstehstossspannung nach DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443) [2] beschreibt die Stehstossspannungsfestigkeit von Betriebsmitteln zwischen den aktiven Leitern und PE. Um den Schutz von Betriebsmitteln auch bei Überspannungen, die zwischen den aktiven Leitern auftreten, sicherzustellen, sollte darüber hinaus, wie in der DIN CLC/TS 61643-12 (VDE V 0675-6-12):2007-10 [21] ausgeführt wird, der Wert des Schutzpegels der ÜSE auch entsprechend der nach DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847-4-5):2007-06 [22] geprüften Störfestigkeit des Betriebsmittels ausgewählt werden.

## Höchste Dauerspannung $U_C$ von Überspannungsschutzeinrichtungen (ÜSE)

Ein wichtiges Auswahlkriterium von ÜSE ist die korrekte Auswahl der Ableiterbemessungsspannung. Entsprechend der Produktnorm DIN EN 61643-11 (VDE 0675-6-11):2007-08 [17] wird die Ableiterbemessungsspannung einer ÜSE durch die höchste Dauerspannung  $U_C$ , also dem höchsten Effektivwert der Wechselspannung, die dauernd an den Schutzpfaden der ÜSE angelegt werden darf, gekennzeichnet. Die höchste Dauerspannung  $U_C$  muss dabei mindestens der höchsten Dauerspannung des Versorgungssystems (nach DIN EN 61643-11 (VDE 0675-6-11) [17] mit  $U_{CS}$  bezeichnet) entsprechen. Es gilt also:  $U_C$  (höchste Dauerspannung der ÜSE)  $\geq U_{CS}$  (höchste Dauerspannung des Versorgungssystems).

Tabelle 2 fasst diese Grundforderung für die verschiedenen Anschlusspfade von ÜSE und die unterschiedlichen Netzformen des Verteilnetzes zusammen. Tabelle 2 ist inhaltlich identisch mit der Tabelle 53C der DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3]. Die darin geforderten Mindestwerte für  $U_C$  decken sich im Wesentlichen mit den Anforderungen der Vornorm. Jedoch wurde in der Vornorm noch nicht zwischen den unterschiedlichen Anschlusspfaden von ÜSE unterschieden.

## Verhalten der Überspannungsschutzeinrichtungen (ÜSE) bei zeitweiligen Überspannungen

Im Abschnitt 534.2.3.3 werden Hinweise zur Auswahl von ÜSE im Hinblick auf zeitweilige Überspannungen gegeben. Als Bezeichnung für temporäre Überspannungen ist auch das englische Akronym TOV (abgeleitet von Temporary Overvoltage) gebräuchlich. Es bezeichnet jene betriebsfrequenten Überspannungen, die

in Niederspannungsanlagen aufgrund von Fehlern im Hoch-(Mittel-)spannungsnetz oder aufgrund von Fehlern im Niederspannungsnetz selbst auftreten können. Die DIN VDE 0100-442 (VDE 0100-442):2007-06 [23] beschreibt Grenzwerte für die Größe und die Dauer der betriebsfrequenten Beanspruchungsspannung von Niederspannungsbetriebsmitteln. Ableiter, die entsprechend der Produktnorm DIN EN 61643-11 (VDE 0675-6-11) [17] entwickelt und nach den Einbauanweisungen des Herstellers eingebaut wurden, sind so ausgelegt, dass diese Schutzeinrichtungen bei den zu erwartenden temporären Überspannungsbelastungen (TOV) ein „akzeptables“ Verhalten aufweisen. In der Produktnorm sind umfangreiche Prüfprozeduren enthalten, die das Verhalten der ÜSE bei TOV-Beanspruchungen untersuchen. ÜSE werden dabei nach einer entsprechenden TOV-Charakteristik eingeteilt:

- „Sicheres Ausfallverhalten bei TOV“: Der Ableiter darf bei der TOV-Beanspruchung definiert ausfallen. Es darf jedoch keine Gefährdung von der ausgefallenen ÜSE ausgehen. Es ist nachzuweisen, dass bei und nach der zeitweiligen Überspannung keine Brandgefahr besteht, keine spannungsführenden Teile berührbar sind und das ÜSE wirksam vom Niederspannungssystem abgetrennt worden ist.
- „TOV-Festigkeit“: Der Ableiter hält der TOV-Beanspruchung stand und ist nach der betriebsfrequenten Überspannung noch voll funktionsfähig. Um den Schutz bei indirektem Berühren unter allen Bedingungen sicherzustellen, wird in einer nationalen Anmerkung explizit für ÜSE, die entsprechend der Herstellerangaben in TT-Systemen zwischen Neutralleiter und PE-Leiter vor der Haupt-Fehlerstromschutzrichtung eingebaut sind, die Charakteristik „TOV-Festigkeit“ gefordert. Diese Anforderung an ein ÜSE ist so auch in der aktuellen Produktnorm für ÜSE enthalten. Bei ÜSE, die ein entsprechendes Prüfzeichen, wie das VDE-Zeichen tragen, kann der Installateur davon ausgehen, dass diese Anforderung erfüllt wird.

## Nennableitstoßstrom $I_n$ und Blitzstoßstrom $I_{imp}$ von Überspannungsschutzeinrichtungen

Neu formuliert wurden im Abschnitt 534.2.3.4 die Vorgaben bezüglich des Mindestableitvermögens von ÜSE. Für ÜSE vom Typ 2, beim Einsatz nach den Kriterien von DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-

443) [2], wird dabei ein Nennableitstoßstrom  $I_n$  von mindestens 5 kA bei 8/20  $\mu$ s gefordert. Für ÜSE vom Typ 2, eingebaut zwischen Neutralleiter und PE-Leiter in einer „3+1-Schaltung“, muss der Nennableitstoßstrom  $I_n$  bei Drehstromsystemen mindestens 20 kA bei 8/20  $\mu$ s und bei Wechselstromsystemen mindestens 10 kA bei 8/20  $\mu$ s betragen. Bei ÜSE vom Typ 1 ist grundsätzlich das erforderliche Blitzstoßstromableitvermögen durch eine Berechnung der Blitzstromaufteilung innerhalb des Gesamtsystems nach den Regeln der Blitzschutznormen der Reihe DIN EN 62305-1 bis -4 (VDE 0185-305-1 bis -4) [8-11] nachzuweisen. Wenn der Blitzstoßstromwert durch die üblichen Verfahren nicht ermittelt werden kann, gilt für jeden Schutzpfad ein Mindestwert für das Blitzstromableitvermögen  $I_{imp}$  von 12,5 kA bei 10/350  $\mu$ s. Auch enthält die Norm für ÜSE vom Typ 1, eingebaut zwischen Neutralleiter und PE-Leiter in einer „3+1-Schaltung“, noch zusätzliche Anforderungen. Bei Drehstromsystemen muss das Blitzstromableitvermögen  $I_{imp}$  solcher ÜSE vom Typ 1 mindestens 50 kA bei 10/350  $\mu$ s und bei Wechselstromsystemen mindestens 25 kA bei 10/350  $\mu$ s betragen. Keine Vorgaben werden zum Mindestableitvermögen für ÜSE vom Typ 3 gemacht.

## Die Kurzschlussstromfestigkeit

Im Abschnitt 534.2.3.5 werden Vorgaben zur Kurzschlussstromfestigkeit und zum ausgewiesenen Folgestromlöschvermögen von ÜSE gemacht. Es besteht die prinzipielle Forderung, dass die Kurzschlussstromfestigkeit von ÜSE dem am Einbauort der ÜSE zu erwartenden Kurzschlussstrom entsprechen muss. Diese Forderung gilt für die Kombination von ÜSE und der vom Hersteller ausgewiesenen Überstromschutzrichtung. Für spannungsschaltende ÜSE, also ÜSE auf Funkenstreckebasis, muss zusätzlich ein Folgestromlöschvermögen ausgewiesen werden. DIN EN 61643-11 (VDE 0675-6-11) [17] definiert die Folgestromlöschfähigkeit  $I_{fl}$  als den unbeeinflussten Kurzschlussstrom einer ÜSE, der von der ÜSE noch selbstständig unterbrochen werden kann. Die Folgestromlöschfähigkeit muss ebenfalls mindestens dem am Einbauort zu erwartenden Kurzschlussstrom entsprechen. Für ÜSE, die zwischen Neutralleiter und PE-Leiter angeschlossen sind, gelten, abhängig vom Netzsystem, folgende Vorgaben an das Folgestromlöschvermögen:

- TT- oder TN-System:  $I_{fl} \geq 100$  A,
- IT-Systeme:  $I_{fl} \geq$  Kurzschlussstrom am Einbauort zwischen Außenleiter und Neutralleiter.



## Koordination von Überspannungsschutzeinrichtungen

Der Begriff „koordinierter Überspannungsschutz“ wird in der Normenwelt nicht eindeutig beschrieben. Die in Abschnitt 534.2.3.6 beschriebene Koordination von ÜSE bezieht sich ausschließlich auf deren energetische Koordination. Sobald zwei oder mehr ÜSE hintereinander geschaltet werden, muss die energetische Koordination der ÜSE geprüft werden. Die energetische Koordination ist erreicht, wenn für alle Impulsströme der Anteil der Energie für jedes Schutzgerät gleich oder kleiner ist, als es seiner energetischen Belastbarkeit entspricht. Die energetische Koordination kann entweder mit einer elektrischen Prüfung nach DIN CLC/TS 61643-12 (VDE V 0675-6-12) [21] bestimmt werden oder auf Basis der technischen Daten vom Hersteller der Ableiter.

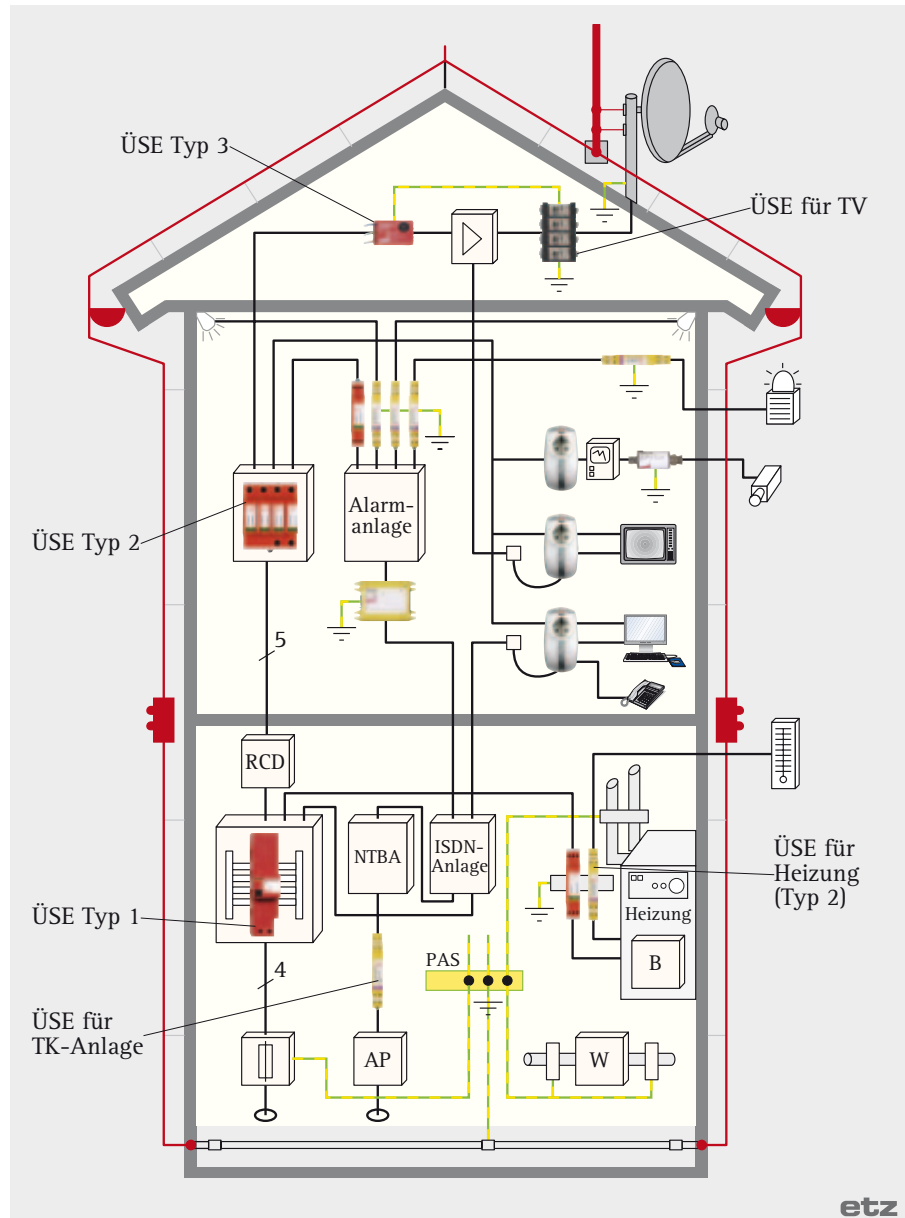
Nach DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] müssen dem Errichter und Planer von Niederspannungsanlagen die notwendigen Angaben zur energetischen Koordination von ÜSE, wie Mindestabstände zwischen einzelnen ÜSE, vom Hersteller der Überspannungsschutzeinrichtung in der Produktdokumentation vorgegeben werden.

## Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)

Im Abschnitt 534.2.5 ist die Forderung verankert, dass der Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren), wie in DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2007-06 [24] definiert, auch im Fall eines Fehlers der ÜSE wirksam bleiben muss. Die grundsätzliche Forderung nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) [24] lautet: „... eine Schutzeinrichtung muss im Fall eines Fehlers vernachlässigbarer Impedanz zwischen dem Außenleiter und einem Körper ... die Stromversorgung zu dem Außenleiter ... in der geforderten Abschaltzeit automatisch unterbrechen.“

Für die einzelnen Netzformen werden dabei im Abschnitt 534.2.5 verschiedene Installationsvorgaben gemacht:

- In *TN-Systemen* darf diese Anforderung im Allgemeinen durch die Überspannungsschutzeinrichtung auf der Versorgungsseite (Eingangsseite) der Überspannungsschutzeinrichtung (ÜSE) als erfüllt angesehen werden. In den Prüfungen nach dem Produktstandard DIN EN 61643-11 (VDE 0675-6-11) [17] wird die dazu notwendige Kurzschlussfestigkeit der ÜSE entsprechend der in DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) [24] zulässigen max. Abschaltzeiten nachgewiesen.

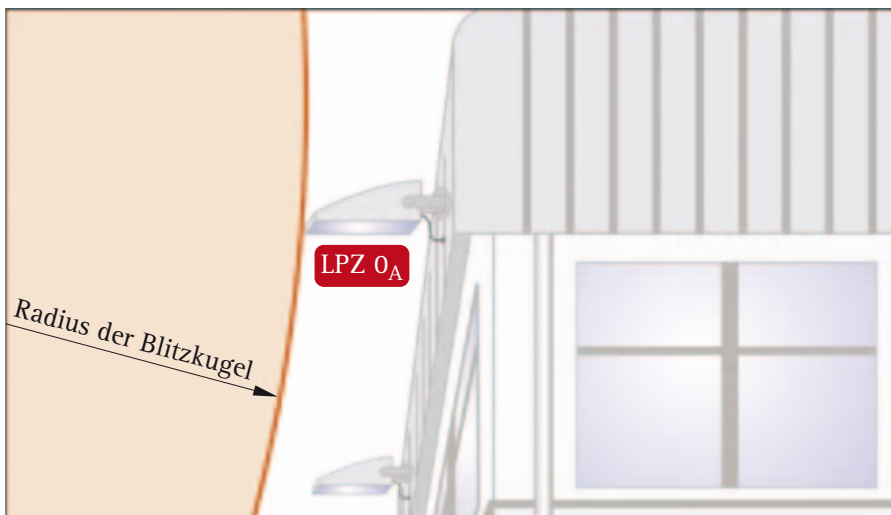


**Bild 5.** Zulässiger Einsatz von ÜSE nach der Fehlerstromschutzeinrichtung – Beispiel ÜSE vom Typ 2 nach RCD in Unterverteilung und ÜSE vom Typ 1 vor RCD in Hauptverteilung

- Für *TT-Systeme* sind im europäischen Harmonisierungsdokument HD 60364-5-534 zwei alternative Möglichkeiten aufgeführt, die Anforderungen nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) [24] zu erfüllen:
  - a) *Installation von ÜSE auf der Ausgangsseite (Lastseite) einer Fehlerstromschutzeinrichtung (RCD).* Diese allgemeine Installationsvariante steht jedoch im Widerspruch zur nationalen Einschränkung, dass das Errichten von Überspannungsschutzeinrichtungen (ÜSE) vom Typ 1 und ÜSE vom Typ 2 nach einer Fehlerstromschutzeinrichtung (RCD) nicht zulässig ist. Nähere Erläuterungen dazu werden im nachstehenden Abschnitt gegeben.
  - b) *Installation von ÜSE auf der Eingangsseite einer Fehlerstromschutzeinrichtung.* Für die Installation von ÜSE in TT-Systemen auf der Eingangsseite eines RCD wird wegen eines möglichen Fehlers der ÜSE zwischen Neutralleiter und PE-Leiter die Einhaltung der Erdungsbedingungen nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) [24], Abschnitt 411.4.1 gefordert.

## Interpretation des Normenkomitees

Dazu wurde in dem DKE-Arbeitskreis AK 221.2.2 nochmals folgende Klarstellung erarbeitet: Die Anforderungen aus



**Bild 6.** Zulässiger Einsatz von ÜSE vom Typ 1 nach einer Fehlerstromschutzeinrichtung bei Überspannungen von der Lastseite – Beispiel Außenleuchte in der Blitzschutzzone  $O_A$

DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) [24], Abschnitt 411.4.1 gelten für TN-Systeme und können in TT-Systemen nicht angewendet werden. In Deutschland gilt: SPD in TT-Systemen sind auf der Eingangsseite eines RCD im Anschlussschema C (3+1) zu installieren.

### Errichten von Überspannungsschutzeinrichtungen zusammen mit Fehlerstromschutzeinrichtungen

In Abschnitt 534.2.6 des europäischen HD-Dokuments ist festgelegt, dass ÜSE nur auf der Ausgangsseite von Fehlerstromschutzeinrichtungen errichtet werden dürfen, wenn eine zeitverzögerte Fehlerstromschutzeinrichtung, (z. B. der Bauart S) oder eine Fehlerstromschutzeinrichtung ohne Zeitverzögerung mit jeweils einer Stoßstromfestigkeit von mindestens 3 kA bei 8/20  $\mu$ s verwendet wird.

Für Deutschland wurde diese Anforderung weiter eingeschränkt. Allgemeines Schutzziel ist es, das Fließen von Blitzteilströmen und hohen Impulsströmen über ein RCD möglichst zu begrenzen, um damit das mögliche Verschweißen der Schaltkontakte eines RCD oder die mögliche Zerstörung eines RCD zu vermeiden. Deshalb gilt für Deutschland die allgemeine Aussage, „das Errichten von Überspannungsschutzeinrichtungen ÜSE vom Typ 1 und ÜSE vom Typ 2 nach einer Fehlerstromschutzeinrichtung (RCD) ist nicht zulässig“. Für diese strikte Vorgabe sind in der nationalen Ergänzung zwei Ausnahmen vorgesehen:

- Der Einsatz von ÜSE vom Typ 1 und ÜSE vom Typ 2 nach einer Fehlerstromschutzeinrichtung ist zulässig, wenn bereits Überspannungsschutzeinrichtungen vom Typ 1 oder Typ 2 in Ener-

gieflussrichtung vor dieser Fehlerstromschutzeinrichtung installiert sind. Die praktische Umsetzung dieser Anforderungen wird am Beispiel eines Wohngebäudes im Bild 5 dargestellt. So ist es z. B. zulässig, nach einem RCD in der Unterverteilung einen Überspannungsableiter vom Typ 2 einzubauen, wenn durch den in der Hauptverteilungsanlage bereits installierten Überspannungsableiter vom Typ 1 verhindert wird, dass Blitzteilströme und hohe Impulsströme über die RCD fließen.

- Der Einsatz von ÜSE vom Typ 1 und ÜSE vom Typ 2 nach einer Fehlerstromschutzeinrichtung ist auch für jene Anwendungsfälle zulässig, bei denen mit Überspannungen von der Lastseite der RCD gerechnet werden muss. Als Beispiel für eine solche Installation

zeigt Bild 6 eine Außenleuchte in der Blitzschutzzone  $O_A$ .

### Interpretation des Normenkomitees

Durch den AK 221.2.2 wurden diese Aussagen wie folgt bestätigt: Allgemeines Schutzziel ist es, das Fließen von Blitzteilströmen und hohen Impulsströmen über einen RCD möglichst zu begrenzen. In ausgedehnten elektrischen Anlagen (lange Leitungslängen) kann es jedoch notwendig sein, nach einem RCD eine weitere ÜSE zu installieren, um z. B. induktiv eingekoppelte Überspannungen zu begrenzen. In solchen Fällen ist der Einsatz von ÜSE Typ 2 nach einem RCD zulässig, wenn

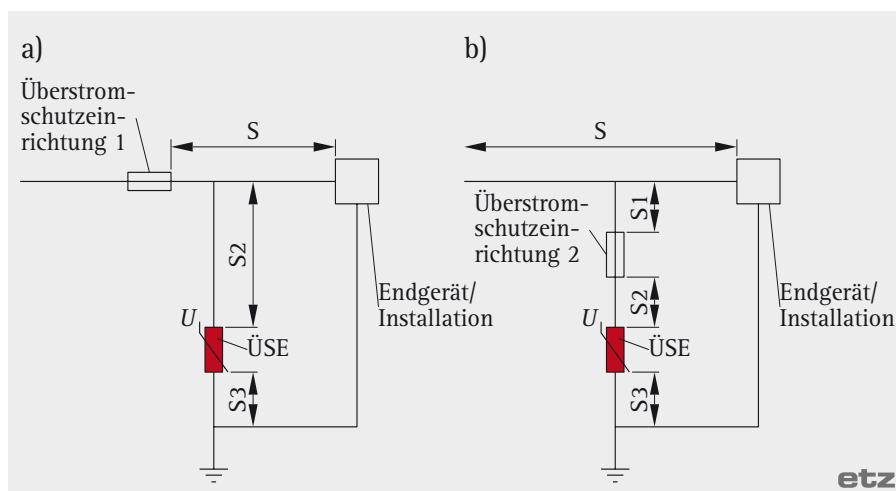
- bereits Überspannungsschutzeinrichtungen Typ 1 und Typ 2 in Energieflussrichtung vor diesem RCD installiert sind,
- durch diese ÜSE verhindert wird, dass Blitzteilströme und hohe Impulsströme über die RCD fließen.

### Zusätzliche ÜSE

Es wird darüber hinaus auch darauf hingewiesen, dass ÜSE nur auf der Ausgangsseite von Fehlerstromschutzeinrichtungen errichtet werden dürfen, wenn es sich dabei um zusätzliche ÜSE (vornehmlich ÜSE vom Typ 3) handelt, die eingebaut sind, um empfindliche Betriebsmittel zu schützen.

### Messung des Isolationswiderstands

Nach Abschnitt 534.2.7 müssen ÜSE, die im Einspeisebereich einer elektrischen Anlage oder im Stromkreisverteilerbereich eingebaut sind (üblicherweise ÜSE vom



**Bild 7.** Anschlussleitungen einer ÜSE

- Überstromschutzeinrichtung 1 ist in der Anlage dem Stromkreis vorgeschaltet, in dem die ÜSE eingebaut ist,
- Überstromschutzeinrichtung 2 ist im Pfad der ÜSE eingebaut



Typ 1 und Typ 2), während der Messung des Isolationswiderstands der Anlage nach DIN VDE 0100-600 (VDE 0100-600):2008-06 [25] getrennt werden, wenn sie für die bei der Messung des Isolationswiderstands angewendete Spannung nicht ausgelegt sind. ÜSE jedoch, die z. B. für den Einbau in einer Steckdose oder in einem Leitungskanal vorgesehen sind, müssen so ausgelegt sein, dass eine Messung des Isolationswiderstands mit angeschlossenem ÜSE möglich ist, da bei solchen Einbauorten eine Trennung der ÜSE während der Messung des Isolationswiderstands nicht praxisgerecht ist. Nach DIN VDE 0100-600 (VDE 0100-600) [25] müssen also ÜSE, die in Stromkreisen mit einer Nennspannung bis einschließlich 500 V eingebaut sind, einer Messgleichspannung von 500 V widerstehen. Die DIN VDE 0100-600 (VDE 0100-600) [25] eröffnet dabei noch die Möglichkeit, z. B. bei Steckdosen mit eingebauter ÜSE, die Messgleichspannung zur Isolationsmessung für den betrachteten Stromkreis auf 250 V herabzusetzen.

Die Hersteller von ÜSE geben in ihrer Produktdokumentation Hinweise zur Isolationsmessung. Um mögliche Installationsfehler, d. h. ein Vergessen des Wiederanschließens der ÜSE, zu vermeiden, sind moderne ÜSE modular aufgebaut. Es ist nur das steckbare Oberteil abzuziehen. Ein Abklemmen der ÜSE ist somit nicht mehr notwendig.

### Statusanzeige von Überspannungsschutzeinrichtungen

Neu ist die Forderung von Abschnitt 534.2.8, dass eine Anzeige erfolgen muss, falls eine ÜSE keinen Schutz mehr bei Überspannung bietet. Dieser Fall kann auftreten, wenn eine fehlerhafte ÜSE aufgrund von Alterung oder Überlastung durch eine interne Abtrennvorrichtung oder durch eine externe Schutzeinrichtung von der elektrischen Anlage abgetrennt worden ist. Diese Anzeige kann durch die ÜSE selber oder durch eine gesonderte Schutzeinrichtung, z. B. einer der ÜSE zugeordneten Sicherung, erfolgen. ÜSE bieten auch die Möglichkeit, diese Anzeige über eine Fernsignalisierung in eine übergeordnete Überwachungseinrichtung einzubinden.

### Schutz bei Überströmen und den Folgen eines Fehlers an Überspannungsschutzeinrichtungen

In der Regel wird nach Abschnitt 534.2.4 der Schutz bei Überströmen und den Folgen eines Fehlers an Überspannungsschutzeinrichtungen durch eine vorgeordnete Überspannungsschutzeinrichtung sichergestellt. Vom

| Abschnitt 534.2.4  |   |   |
|--|---|---|
| Verbindung S1 und S2 Überspannungsschutzeinrichtung mit Überstromschutzeinrichtung | Leiterquerschnitt auslegen nach max. möglichem Kurzschlussstrom |   |
| Abschnitt 534.2.4  |   |   |
| Verbindung S1, S2 und S3   | ≥ 4 mm <sup>2</sup> Cu oder leitwertgleich                      | Querschnitt S der Außenleiter ≥ 4 mm <sup>2</sup> |
|  | mindestens Querschnitt der Außenleiter                          | Querschnitt S der Außenleiter < 4 mm <sup>2</sup> |
| Nationale Anmerkung: Nur Erdleiter S 3   | 16 mm <sup>2</sup> Cu oder leitwertgleich für ÜSE vom Typ 1     | Blitzschutzsystem vorhanden                       |

**Tabelle 3.** Querschnitt der Anschlussleitungen zu ÜSE

Hersteller der Überspannungsableiter werden dabei unter Berücksichtigung der Kurzschlussfestigkeit der ÜSE Vorgaben für den max. empfohlenen Bemessungswert des netzseitigen Überstromschutzes gegeben. Die Überstromschutzeinrichtung kann entweder eine externe Sicherung (Teil der elektrischen Anlage) oder bereits in der Überspannungsschutzeinrichtung integriert sein. Auf eine separate Überstromschutzeinrichtung im Schutzpfad der Überspannungsschutzeinrichtung kann dabei verzichtet werden, wenn die Kennwerte der in der elektrischen Anlage vorgeschalteten Sicherung eine Kombination mit dem Überspannungsableiter erlauben. Diskutiert wird in diesem Abschnitt auch die Selektivität der einzelnen Schutzeinrichtungen:

- Eine separate Schutzeinrichtung im Pfad der Überspannungsschutzeinrichtung, wie in Bild 7b dargestellt, erhöht die Versorgungssicherheit, da beim Auslösen dieses Schutzorgans die Anlage nicht vom Netz getrennt wird. Die angeschlossenen Betriebsmittel sind nicht mehr bei weiteren Überspannungen geschützt: Vorrang der Versorgungssicherheit.
- Falls die Überstromschutzeinrichtung in der Anlage dem Stromkreis vorgeschaltet ist, in dem der Überspannungsableiter installiert ist, wie in Bild 7a dargestellt, kann ein Auslösen dieser Sicherung eine Versorgungsunterbrechung zur Folge haben: Vorrang des Überspannungsschutzes.

Ziel eines innovativen Überspannungsschutzkonzepts sollte es sein, die in Abschnitt 534.2.4 beschriebene Kombination von Vorrang der Versorgungssicherheit und Vorrang der Aufrechterhaltung des Schutzes bei Überspannung sicherzustellen.

### Anschlussleitungen zu Überspannungsschutzeinrichtungen

Die Anschlussleitungen zu ÜSE umfassen nach Abschnitt 534.2.9 die Verbindungen der ÜSE mit den aktiven Leitern (Außenleiter und/oder Neutralleiter) der Anlage und die Erdungsverbinding von der ÜSE zu der Haupterdungsschiene und zum Schutzleiter (PEN-Leiter oder PE-Leiter). Um dabei die verschiedenen Verbindungsleitungen, auf die in unterschiedlichen Abschnitten der Norm verwiesen wird, eindeutig zuzuordnen, wurden für diesen Fachbeitrag in den Bildern 7a und 7b die einzelnen Leitungszüge wie folgt bezeichnet:

- S „... Außenleiter des dazugehörigen Stromkreises“ – nach Abschnitt 534.2.10.
- S1 „... Leitungen, die die Überstromschutzeinrichtungen mit den Außenleitern verbinden ...“ – nach Abschnitt 534.2.4.
- S1+S2 „... Verbindungsleitungen von aktiven Leitern (Außenleiter und/oder Neutralleiter) zu den ÜSE ...“ – nach Abschnitt 534.2.9.
- S3 „... von den ÜSE zu der Haupterdungsschiene/Haupterdungsklemme oder zum Schutzleiter (PEN-Leiter oder PE-Leiter) ...“ – nach Abschnitt 534.2.9; „... Erdungsverbindungen der ÜSE ...“ – nach Anhang A bis D.

Die Bilder 7a und 7b wurden dabei den Bildern 53A und 53B der DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] entlehnt und zeigen die bereits beschriebenen zwei grundlegenden Arten der Kombination von Überstromschutzeinrichtung und Überspannungsschutzeinrichtung:

- Überstromschutzeinrichtung 1 ist in der Anlage dem Stromkreis vorgeschaltet, in dem die ÜSE eingebaut sind,

- Überstromschutzeinrichtung 2 ist im Pfad der ÜSE eingebaut.
- Über den notwendigen Querschnitt, die max. zulässige Länge und die Verlegeart dieser Anschlussleitungen werden an verschiedenen Stellen der Norm Aussagen gemacht, die nachfolgend zusammengefasst werden.

## Der Anschlussquerschnitt

Abschnitt 534.2.4 beinhaltet die allgemeine Vorgabe, dass „der Leiterquerschnitt der Leitungen, die die Überstromschutzeinrichtungen mit den Außenleitern verbinden, nach dem max. möglichen Kurzschlussstrom auszulegen sind“. Es sind dabei auch die Bestimmungen der DIN VDE 0100-430 (VDE 0100-430):1991-11 [26] zu beachten. Tabelle 3 fasst die Anforderungen, die in verschiedenen Kapiteln von DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] an den Querschnitt der Anschlussleitungen von ÜSE gestellt werden, zusammen.

In einer nationalen Anmerkung des Abschnitts 534.2.10 wird darauf hingewiesen, dass bei der Auswahl der Anschlussleitungen neben den elektrischen Parametern (zu Kupfer leitwertgleicher Querschnitt) auch die mechanischen Eigenschaften (mechanische Festigkeit der Anschlussleitungen und insbesondere der Erdungsleitung von ÜSE vom Typ 1) zu berücksichtigen sind.

## Interpretation des Normenkomitees

Im AK 221.2.2 wurden diese Anforderungen wie folgt präzisiert:

- Bei Klassifizierung der Verbindungen 5a und 5b nach Bild A1 in der Norm bzw. Verbindung 5 und 6 nach Bild D.1 in der Norm als Schutzleiter

sind die Anforderungen an den Mindestquerschnitt von Schutzleitern nach DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540) [18], Abschnitt 543.1 zu erfüllen.

- Die in DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3], Abschnitt 534.2.10 geforderten Querschnitte von mindestens  $4 \text{ mm}^2$  (für ÜSE Typ 2) sollten aus mechanischen Gründen verwendet werden, wenn die Schutzleiter nicht Bestandteil einer gemeinsamen Umhüllung sind. Es sind also immer die Anforderungen nach DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540) [18], Abschnitt 543.1 zu berücksichtigen, wobei für getrennt verlegte Schutzleiter vorzugsweise  $4 \text{ mm}^2$  vorzusehen sind, auch wenn sie mechanisch geschützt sind.
- Für ÜSE Typ 1 ist ein Querschnitt von  $16 \text{ mm}^2$  Kupfer oder leitwertgleicher Querschnitt für die Erdungsverbindung (Schutzleiter) der ÜSE zu verwenden – unabhängig, ob ein Blitzschutzsystem vorhanden ist.

## Gesamte Länge der Anschlussleitungen

Intensiv diskutiert wurde in den Normengremien die Frage der max. zulässigen gesamten Anschlusslänge von ÜSE. Die „gesamte Anschlusslänge“ umfasst dabei die Summe der Einzelleitungen  $S2 + S3$  beim Einbau nach Bild 7a und  $S1 + S2 + S3$  beim Einbau entsprechend Bild 7b.

Bild 8 illustriert sehr anschaulich die grundlegende Aussage, dass mit zunehmender Anschlusslänge die Wirksamkeit einer ÜSE reduziert wird. Dargestellt wird dabei für einen Stoßstrom von  $5 \text{ kA}$  bei  $8/20 \mu\text{s}$  der tatsächlich am zu schützenden Endgerät max. anstehende Spannungs-

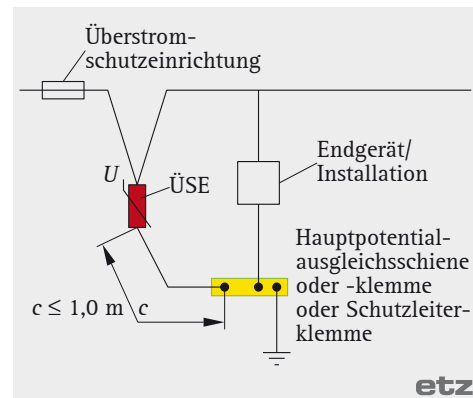


Bild 9. V-förmiger Zweileiteranschluss einer ÜSE

wert bei zunehmender Länge der Anschlussleitungen.

Zu der Begrenzungsspannung des Schutzgeräts addiert sich noch der dynamische Spannungsfall an der Impedanz der Anschlussleitung. Zu berücksichtigen ist dabei die Gesamtanschlusslänge dieser Leitungen, also die Länge der Verbindung der ÜSE mit deren vorgelagerter Überstromschutzeinrichtung und die Länge der Erdungsverbindung. Dies kann unter Umständen trotz einer installierten ÜSE zu einer Überlastung dieses Betriebsmittels führen. Aus diesem Grund wird in der DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] wie auch schon in der Vornorm als empfohlene Gesamtanschlusslänge ein Wert von  $\leq 0,5 \text{ m}$  genannt. Neu aufgenommen wurde ein verbindlicher Wert der Gesamtanschlusslänge von  $\leq 1,0 \text{ m}$ , der auf keinen Fall überschritten werden darf. Damit wurden auch die Gegebenheiten in Niederspannungsschaltanlagen berücksichtigt, da dort aufgrund der mechanischen Abmaße und damit einhergehend aufgrund der Abstände zwischen den Stromschienen für die aktiven Leiter und der Stromschiene für den Schutzleiter eine Gesamtanschlusslänge von  $\leq 0,5 \text{ m}$  nicht realisierbar ist. Um auch in einem solchen Installationsumfeld die normativen Vorgaben zu erfüllen, kann als Anschlusschema der V-förmige Zweileiteranschluss, wie in Bild 9 dargestellt, angewendet werden. In diesem Beispiel werden für die Verbindungen der ÜSE mit den aktiven Leitern keine separaten Leitungszweige zum Anschluss der Überspannungsschutzeinrichtung verwendet. Die Länge der Erdungsverbindung der ÜSE kann dann bis zu  $1 \text{ m}$  betragen.

Eine innovative Umsetzung für die Installation eines ÜSE in Niederspannungsschaltanlagen ist die Direktmontage des Ableiters auf der Sammelschiene für den PEN- oder N-Leiter, wie im Bild 10 gezeigt.

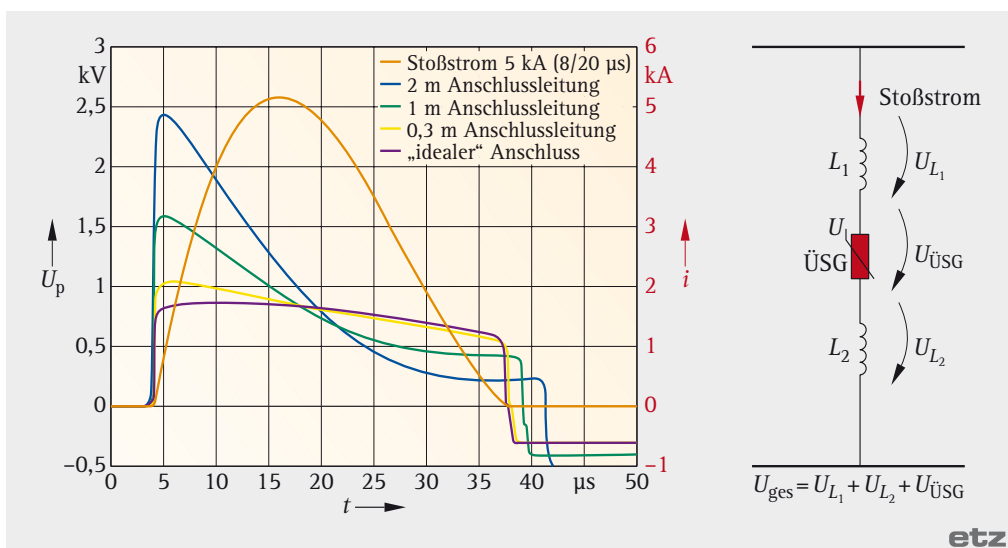
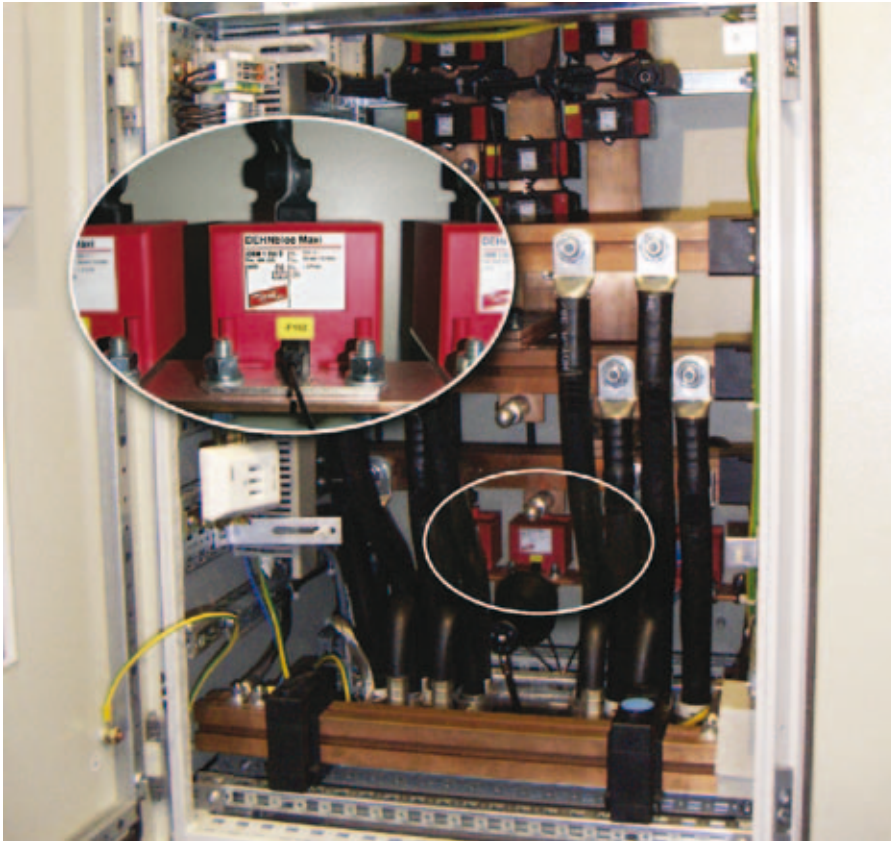


Bild 8. Schutzpegel am Endgerät bei zunehmender Gesamtanschlusslänge



**Bild 10.** Installation einer ÜSE in einer Niederspannungsschaltanlage

## Ausblick

Die DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] gibt dem Installateur umfangreiche und detaillierte Vorgaben für eine korrekte Auswahl und Errichtung von Überspannungsschutzeinrichtungen. Durch die Vornorm sind Planer und Errichter von Niederspannungsanlagen auf die Anforderungen der neuen DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) [3] gut vorbereitet. Die Umstellung auf diese neue Norm sollte in Deutschland somit kein Problem darstellen.

Für die möglichst einfache und praxisgerechte Umsetzung dieser Installationsregeln stehen dem Anwender innovative Gerätelösungen zur Verfügung. Nur das Gesamtpaket aus zuverlässigen Überspannungsschutzeinrichtungen und einer fachmännischen Installation stellt einen bestmöglichen Schutz bei Überspannung sicher.

## Literatur

- [1] Zahlmann, P.; Birkel, J.: Installationsvorschriften für Überspannungsschutzeinrichtungen. *etZ Elektrotech. + Autom.* 129 (2008) H. 8, S. 54–57 (ISSN 0948-7387)
- [2] 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

- [3] DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534):2009-02 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-53: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Trennen, Schalten und Steuern – Abschnitt 534: Überspannung-Schutzeinrichtungen (ÜSE). Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [4] DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Frankfurt/M.: [www.dke.de](http://www.dke.de)
- [5] Z DIN V VDE V 0100-534 (VDE V 0100-534):1999-04 Elektrische Anlagen von Gebäuden – Teil 534: Auswahl und Errichtung von Betriebsmitteln – Überspannungs-Schutzeinrichtungen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [6] IEC 60364-5-53:2001-08+A1:2002-06 Electrical installations of buildings – Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment – Isolation, switching and control. Genf/ Schweiz: Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale (ISBN 2-8318-6365-1)
- [7] E DIN IEC 60364-5-53/A2 (VDE 0100-534):2001-06 (zurückgezogen) Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Kapitel 53: Schaltgeräte und Steuergeräte – Hauptabschnitt 534: Überspannungs-Schutzeinrichtungen (IEC 64/1168/CDV:2001). Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [8] DIN EN 62305-1 (VDE 0185-305-1):2006-10 Blitzschutz – Teil 1: Allgemeine Grundsätze. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [9] DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2):2006-10 Blitzschutz – Teil 2: Risiko-Management. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [10] DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3):2006-10 Blitzschutz – Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [11] DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4):2006-10 Blitzschutz – Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [12] DIN EN 60664-1 (VDE 0110-1):2008-01 Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [13] DIN VDE 0100-712 (VDE 0100-712):2006-06 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-712: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Solar-Photovoltaik-(PV-)Stromversorgungssysteme. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [14] DIN VDE 0100-717 (VDE 0100-717):2005-06 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-717: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Elektrische Anlagen auf Fahrzeugen oder in transportablen Baueinheiten. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [15] DIN VDE 0100-200 (VDE 0100-200):2006-06 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 200: Begriffe. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [16] Richtlinie für den Einsatz von Überspannungsschutzeinrichtungen (ÜSE) Typ 1 (bisher Anforderungsklasse B) in Hauptstromversorgungssystemen. Verband der Netzbetreiber – VDN – e. V. beim VDEW (Hrsg.). Frankfurt/M.: VDEW, 2004 (ISBN 978-3-8022-0798-3)
- [17] DIN EN 61643-11 (VDE 0675-6-11):2007-08 Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung – Teil 11: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen – Anforderungen und Prüfungen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [18] DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540):2007-06 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsnormen – Erdungsanlagen, Schutzleiter und Schutzpotentialausgleichsleiter. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [19] VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH, Offenbach: [www.vde-institut.com](http://www.vde-institut.com)
- [20] KEMA, Arnheim/Niederlande: [www.kema.com](http://www.kema.com)
- [21] DIN CLC/TS 61643-12 (VDE V 0675-6-12):2007-10 Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung – Teil 12: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen – Auswahl und Anwendungsgrundsätze. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [22] DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847-4-5):2007-06 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-5: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [23] DIN VDE 0100-442 (VDE 0100-442):2007-06 Elektrische Anlage von Gebäuden – Teil 4: Schutzmaßnahmen – Kapitel 44: Schutz bei Überspannungen – Hauptabschnitt 442: Schutz von Niederspannungsanlagen bei Erdschlüssen in Netzen mit höherer Spannung. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [24] DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2007-06 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen Elektrischen Schlag. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [25] DIN VDE 0100-600 (VDE 0100-600):2008-06 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 6: Prüfungen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [26] DIN VDE 0100-430 (VDE 0100-430):1991-11 Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V – Schutzmaßnahmen – Schutz von Kabeln und Leitungen bei Überstrom. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG



**DEHN + SÖHNE**

**Blitzschutz  
Überspannungsschutz  
Arbeitsschutz**

DEHN + SÖHNE  
GmbH + Co.KG.  
Hans-Dehn-Str. 1  
Postfach 1640  
92306 Neumarkt  
Germany

Tel. +49 9181 906-0  
Fax +49 9181 906-100  
[www.dehn.de](http://www.dehn.de)  
[info@dehn.de](mailto:info@dehn.de)