

Errichtungsnormen für Überspannung-Schutzeinrichtungen

*Dr. Ing. Peter Zahlmann
Dehn + Söhne GmbH + Co. KG, Neumarkt*

*Dipl. Ing. Josef Birkl
Dehn + Söhne GmbH + Co. KG, Neumarkt*

Dieser Beitrag gliedert sich in zwei Teile

Teil 1: Schutzmaßnahmen bei Überspannung, DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443)

Teil 2: Auswahl von Überspannung-Schutzeinrichtungen, DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534)

Teil 2: Auswahl von Überspannung-Schutzeinrichtungen, DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534)

Im ersten Teil [1] dieses zweiteiligen Beitrags wurde die seit Juni 2007 in Kraft befindliche VDE 0100-443 (VDE 0100-443) [2] vorgestellt.

Der neue Teil 534 der DIN VDE 0100 (VDE 0100) ist unter dem Ausgabedatum 2009-02 im Februar dieses Jahres veröffentlicht worden. Auch die DIN VDE 0100-534 [3] wurde innerhalb des DKE im Arbeitskreis 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 Errichtungsnormen ergeben und stellen einige prinzipielle Lösungen zur praktischen Umsetzung dieser normativen Anforderungen vor.

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

Die nunmehr publizierte VDE 0100-534 (VDE 0100-534) ersetzt die seit dem Jahr 1999 gültige Vornorm DIN V VDE V 0100-534 (VDE V 0100-534):1999-04 [4], die als sogenannter Blaudruck veröffentlicht worden ist. Eine Verabschiedung dieser Vorschrift als gültige nationale Norm war durch die geltenden Vereinbarungen zur internationalen Normenarbeit nicht mehr möglich.

Die neue DIN VDE 0100 Teil 534 (VDE 0100-534) 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 DIN V VDE V 0100-534 (VDE V 0100-534):1999-04 angewendet werden.

Die VDE 0100-534 (VDE 0100-534) 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“ [5].

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) [6] 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 dieses Jahres erschienene DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) 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) mit den nationalen Zusätzen für Deutschland, den sogenannten Grauschattierungen, die nicht in der Originalfassung des Harmonisierungsdokumentes enthalten sind. Im Nachfolgenden werden wesentliche Unterschiede der bisher in Deutschland für die Auswahl und Errichtung von Überspannung-

Schutzeinrichtungen maßgeblichen Vornorm aus dem Jahr 1999 [4] zur nun vorliegenden DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) 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) erläutert. In der DIN VDE 0100534 (VDE 0100-534) werden Kriterien aufgeführt, wie Überspannung-Schutzeinrichtungen sowohl für den Überspannungs- als auch Blitzschutz auszuwählen und zu installieren sind. Die Frage, ob Überspannung-Schutzeinrichtungen 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-x (VDE 0185-305-x) beantwortet. Dazu heißt es 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 Teil 443) und DIN EN 62305 (VDE 0185-305) festgelegt.“

Begriff „Überspannung-Schutzeinrichtungen (ÜSE)

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

Der Anwendungsbereich

Wie bereits ausgeführt, werden in der DIN VDE 0100 Teil 534 (VDE 0100-534) Anforderungen für die Auswahl und Errichtung von Überspannung-Schutzeinrichtungen (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 [7] beschrieben sind, zu erfüllen. Die DIN VDE 0100534 (VDE 0100-534) 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), 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 Teil 534 (VDE 0100-534) gelten für Wechselstromnetze. Sie können aber, soweit anwendbar, auch für den Einsatz von ÜSE in Gleichstromnetzen herangezogen werden.

Die DIN VDE 0100534 (VDE 0100-534) 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 7xx der Reihe DIN VDE 0100 (VDE 0100) enthalten sind.

So wird zum Beispiel in der DIN VDE 0100-712 (VDE 0100-712):2006-06 [8] noch zusätzlich 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 [9] 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).

Verwendung von Überspannung-Schutzeinrichtungen (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) 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), 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 DIN V VDE V 0100-534 (VDE V 0100-534) inhaltlich so bereits enthalten. Es wurden jedoch die Normenbezüge und die Terminologie angepasst und aktualisiert. Für die praktische Umsetzung des Blitzschutzkonzeptes erfolgt ein Querverweis auf die entsprechenden Blitzschutznormen. Die in der Vornorm DIN V VDE V 0100-534 (VDE 0100-534) aufgeführte prinzipielle Darstellung der Schutzzoneneinteilung in einem Gebäude ist in der VDE 0100-534 (VDE 0100-534) 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_A und LPZ 1. Entsprechend des Blitzschutzkonzeptes können Leitungen, die in diese Zone eintreten Blitzteilströme führen. Am Schutzzoneneintritt sind deshalb sogenannte Blitzstromableiter, also ÜSE vom Typ 1 zu installieren. Als Speisepunkt der elektrischen Anlage entsprechend DIN VDE 0100-200 (VDE 0100-200):2006-06 [10] werden in der Installationspraxis oft die Überstrom-Schutzeinrichtungen des Hausanschlusses, oder der Einspeistransformator angesehen. Zur konsequenten Umsetzung der DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) und des Blitzschutzkonzeptes 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 [11] zu berücksichtigen. In den sogenannten Grauschattierungen (Texte grau hinterlegt) wurden für Deutschland ergänzende Hinweise aufgenommen. So zum Beispiel, 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) [12] und DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) [13] 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 [14] die eingesetzten Überspannungsschutzeinrichtungen (ÜSE) vom Typ 1 mit dem 10/350 µs Impuls zu prüfen sind.

Auf die grundsätzliche Forderung des Blitzschutzkonzeptes, 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 der Einsatz von ÜSE auch für alle anderen ankommenden Netzwerke, wie zum Telekommunikations- und Signaleinrichtungen, berücksichtigt werden. Auch der Grundgedanke des Blitzschutzkonzeptes, ein Gebäude, das die zu schützende elektrische Anlage enthält, entsprechend der Störfestigkeit der installierten 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 TT-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) 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 Speisepunktes der Anlage oder in der Hauptverteilungsanlage“ möglich. Anforderungen zu Schirmung und Potentialausgleich, zur Dämpfung des abgestrahlten, elektrischen und magnetischen Feldes des Blitzes werden in der VDE 0100-534 (VDE 0100-534) nicht behandelt. Hier wird auf die entsprechende Blitzschutznorm DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4) [15] verwiesen.

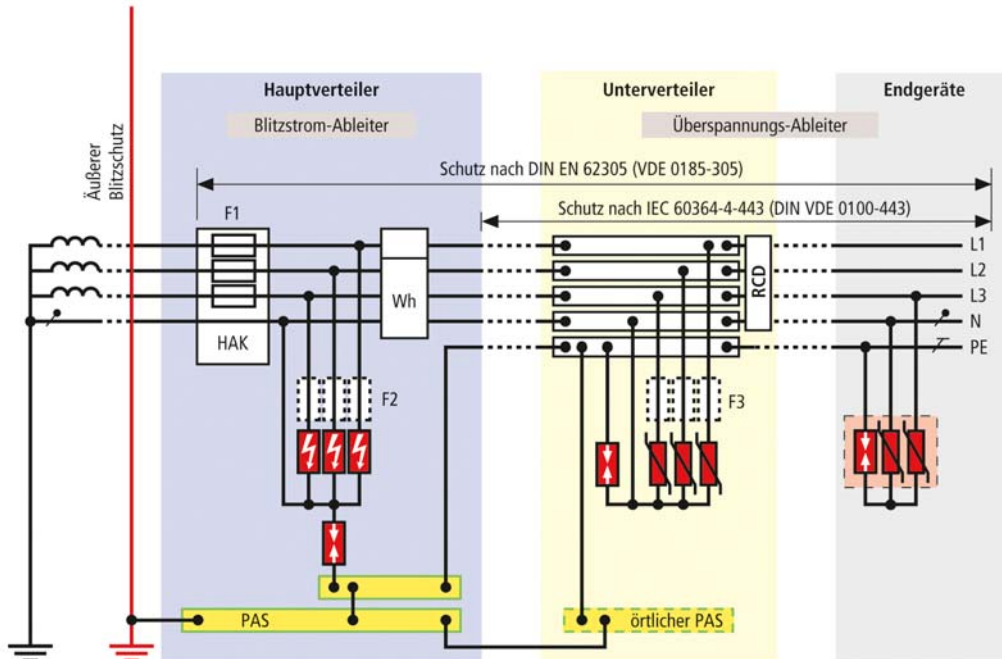


Bild 1 – Mehrstufiger Einsatz von Überspannung-Schutzeinrichtungen für das TT-System

Anschluss von Überspannung-Schutzeinrichtungen (ÜSE)

In dem Abschnitt 534.2.2 der DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) 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 Neutraleiter und PE-Leiter am oder in der Nähe des Einbauortes der ÜSE. Für die unterschiedlichen Installationsvarianten wurden in der DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) 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 Papieren CENELEC HD 60364-5-534, DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) und IEC 60364-5-53/A1:2002-06 werden gegenübergestellt. Aufgeführt sind auch die in Deutschland 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 Anschlussschema werden im Weiteren beschrieben.

Anschlusschema			Anschluss der Überspannung-Schutzeinrichtung (ÜSE)	Anwendung nach Netzform
HD 60364-5-534:2008 VDE 0100 Teil 534	IEC 60364-5-53 A1:2002-04	National übliche Be-nennung	Optional zwischen Außen-leitern und gefordert zwischen jedem...	
Anschlusschema A	Connection type 1	„3+0-Schaltung“	Außenleiter und PEN- bzw. PE-Leiter	TN-C IT ohne Neutral-leiter
Anschlusschema B		„4+0-Schaltung“	Außenleiter und PE-Leiter sowie zwischen Neutral-leiter und PE-Leiter	TN-S IT mit Neutralleiter
Anschlusschema C	Connection type 2	„3+1-Schaltung“	Außenleiter und Neutral-leiter sowie zwischen Neutralleiter und PE-Leiter	TT TN-S IT mit Neutralleiter

Tabelle 1 – Anschluss von Überspannung-Schutzeinrichtungen (ÜSE) entsprechend der Netzform

In einer nationalen Anmerkung zur Tabelle 1 werden die Kriterien zur Anwendung der „3+1-Beschaltung“ 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.

Erdungsverbindungen

Eine weitere, für den Installateur von ÜSE, wichtige Forderung zum effektiven 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) sind für TN- TT- und IT-System entsprechende Ausführungsbeispiele dargestellt.

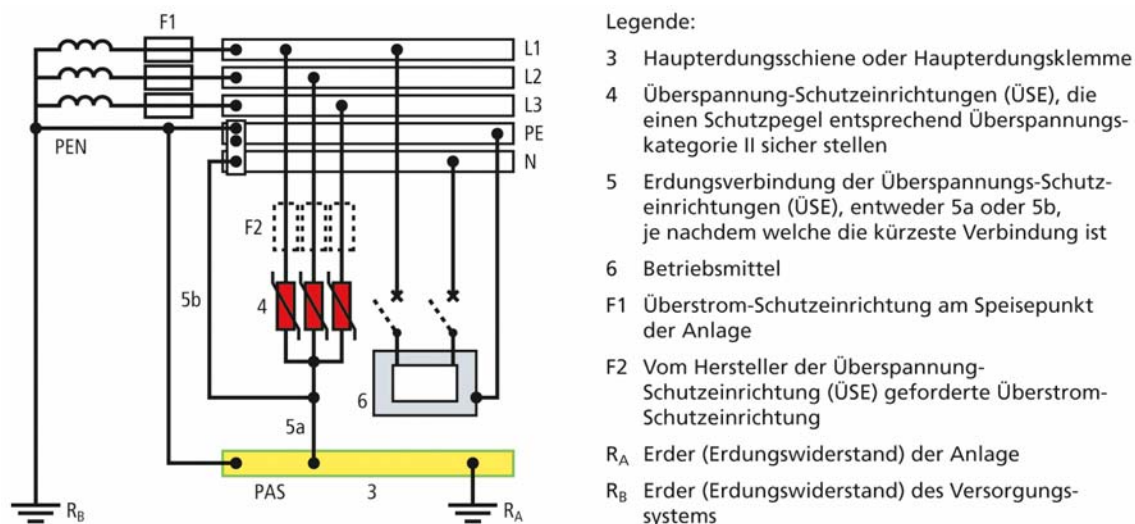


Bild 2 - Anschluss von ÜSE nach DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) für ein TN-System

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 DIN V VDE V 0100-534 (VDE V 0100-534):1999-04. So wurden z. B. in dem als normativ klassifizierten Anhang A.1 beide Erdungsverbindungen dargestellt. Wohingegen 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.

Für die Umsetzung dieser formalen Forderung nach zwei Erdungsverbindungen von der ÜSE zum Potentialausgleich und zum PE-Leiteranschluss auch in anderen Installationsumgebungen, zum Beispiel in Niederspannungs-Schaltanlagen, werden zur Zeit verschiedene praxisgerechte 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) 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 dem **Bild 3** 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 Belastungen der Hauptpotentialausgleichsleiter zu stark belastet wird.

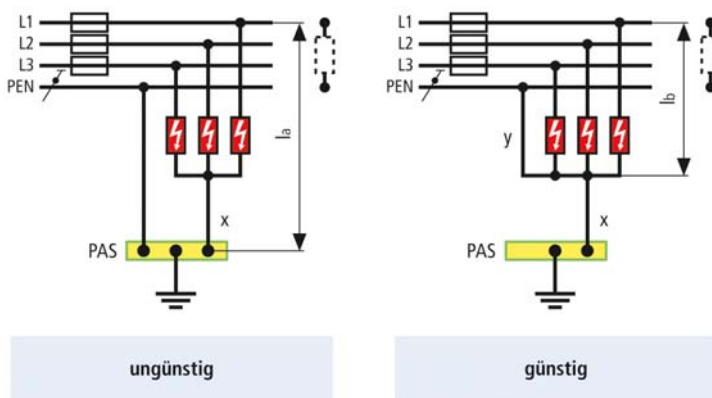


Bild 3 – Erdungsverbindung von ÜSE

Die praktische Umsetzung dieser Vorgaben ist in **Bild 4** dargestellt. Die ÜSE vom Typ 1 ist direkt auf dem Sammelschienen-Anschlussfeld des Zählerplatzes aufrastbar. Damit werden einfach und schnell die nach Abschnitt 534.2.2 geforderten beiden Erdungsverbindungen 5a und 5b erstellt und die Länge der Anschlussleitungen reduziert.



Bild 4 - Anschluss von ÜSE vom Typ 1 im Sammelschienen-Anschlussfeld des Zählerplatzes

Auswahl von Überspannung-Schutzeinrichtungen (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“ 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 VDE oder KEMA tragen, ist die Forderung per se erfüllt. Die Normenkonformität der Geräte wird nach außen sichtbar dokumentiert.

Schutzpegel U_p von Überspannung-Schutzeinrichtungen (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 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 einen Schutzpegel von 2,5 kV nicht überschreiten. Die Bemessungsstehstoßspannung nach DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443) 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, sicher zu stellen, sollte darüber hinaus, wie in der DIN CLC/TS 61643-12 (VDE V 0675-6-12):2007-10 [17] ausgeführt wird, der Wert des Schutzpegels der ÜSE auch entsprechend der nach DIN EN 61000-4-4 (VDE 0847-4-5):2007-06 [19] geprüften Störfestigkeit des Betriebsmittels ausgewählt werden.

Höchste Dauerspannung U_C von Überspannung-Schutzeinrichtungen (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 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 Teil 11] 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 Verteilungsnetzes zusammen. Tabelle 2 ist inhaltlich identisch mit der Tabelle 53C der DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534). 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.

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 U_0	NA	1,1 U_0	1,1 U_0	NA
Anschluss L-PE	1,1 U_0	NA	1,1 U_0	U	1,1 U
Anschluss N-PE	U_0^a	NA	U_0^a	U_0^a	NA
Anschluss L-PEN	NA	1,1 U0	NA	NA	NA
Anschluss L-L	1,1 U	1,1 U	1,1 U	1,1 U	1,1 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;

NA Dieser Anschlusspfad der ÜSE ist im entsprechenden System Nicht Anwendbar

^a 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 Netzform des Verteilungsnetzes und Anschlusspfad (=Schutzpfad) der ÜSE

Verhalten der Überspannung-Schutzeinrichtungen (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 **T**emporary **O**ver**v**oltage) 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 [20] 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) entwickelt und nach den Einbauanweisungen des Herstellers eingebaut wurden, sind so ausgelegt, dass diese Schutzeinrichtungen bei den zu erwartenden temporären Überspannungsbelastungen (TOVs) 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 Niederspannungs-System 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 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-Fehlerstrom-Schutzeinrichtung eingebaut sind, die Charakteristik „TOV-Festigkeit“ gefordert. Diese Anforderung an ein ÜSE ist so auch in der aktuellen Produktnorm für ÜSEs enthalten. Bei ÜSEs, 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 Überspannung-Schutzeinrichtungen

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) wird dabei ein Nennableitstoßstrom I_n von mindestens 5kA bei 8/20 μ 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 20kA 8/20 μ s und bei Wechselstromsystemen mindestens 10kA 8/20 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 Serie DIN EN 62305-305-x (VDE 0185-305-x) nachzuweisen. Wenn der Blitzstoßstromwert durch die üblichen Verfahren nicht ermittelt werden kann, gilt für jeden Schutzpfad ein Mindestwert für das Blitzstromableitvermögen I_{imp} von 12,5kA 10/350 μ 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 50kA 10/350 μ s und bei Wechselstromsystemen mindestens 25kA 10/350 μ s betragen. Keine Vorgaben werden zum Mindestableitvermögen für ÜSE vom Typ 3 gemacht.

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 Überstrom-Schutzeinrichtung. Für spannungsschaltende ÜSE, also Ableiter auf Funkenstreckenbasis, muss zusätzlich ein Folgestromlöschvermögen ausgewiesen werden.

DIN EN 61643-11 (VDE 0675-6-11) definiert die Folgestromlöschfähigkeit I_{fi} als den unbeeinflussten Kurzschlussstrom einer ÜSE, der von der ÜSE noch selbständig 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-Systeme: $I_{fi} \geq 100 \text{ A}$
- IT-Systeme: $I_{fi} \geq$ Kurzschlussstrom am Einbauort zwischen Außenleiter und Neutralleiter

Koordination von ÜSE

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 Ableiter 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/TC 61643-12 (VDE V 06785-6-12) bestimmt werden oder auf der Basis der technischen Daten vom Hersteller der Ableiter. Nach DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) müssen dem Errichter und Planer von Niederspannungsanlagen die notwendigen Angaben zur energetischen Koordination von ÜSE, wie Mindestabstände zwischen einzelnen Ableitern, vom Hersteller der Überspannung-Schutzeinrichtung 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 [21] definiert, auch im Fall eines Fehlers der ÜSE wirksam bleiben muss. Die grundsätzliche Forderung nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) lautet: „...eine Schutzeinrichtung muss im Falle 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 Überstrom-Schutzeinrichtung auf der Versorgungsseite (Eingangsseite) der Überspannung-Schutzeinrichtung (ÜSE) als erfüllt angesehen werden. In den Prüfungen nach dem Produktstandard DIN EN 61643-11 (VDE 0675-6-11) wird die dazu notwendige Kurzschlussfestigkeit der ÜSE entsprechend der in DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) zulässigen maximalen Abschaltzeiten nachgewiesen.
- 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) zu erfüllen:
 - a) Installation von ÜSE auf der Ausgangsseite (Lastseite) einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)
Diese allgemeine Installationsvariante steht jedoch im Widerspruch zur nationalen Einschränkung, dass das Errichten von Überspannung-Schutzeinrichtungen (ÜSE) vom Typ 1 und (ÜSE) vom Typ 2 nach einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) nicht zulässig ist. Nähere Erläuterungen dazu werden im nachstehenden Abschnitt gegeben.
 - b) Installation von ÜSE auf der Eingangsseite einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)
Für die Installation von ÜSE in TT-Systemen auf der Eingangsseite einer 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), Abschnitt 411.4.1. gefordert.

Errichten von Überspannung-Schutzeinrichtungen zusammen mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD)

In Abschnitt 534.2.6 des europäischen HD-Dokumentes ist festgelegt, dass ÜSE nur auf der Ausgangsseite von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen errichtet werden dürfen, wenn eine zeitverzögerte Fehlerstrom-Schutzeinrichtung, (z. B. der Bauart S) oder eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) ohne Zeitverzögerung mit jeweils einer Stoßstromfestigkeit von mindestens 3 kA 8/20 μ 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 Überspannung-Schutzeinrichtungen (ÜSE) vom Typ 1 und (ÜSE) vom Typ 2 nach einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (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 Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) ist zulässig, wenn bereits Überspannung-Schutzeinrichtungen Typ 1 oder Typ 2 in Energieflussrichtung vor dieser Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) installiert sind. Die praktische Umsetzung dieser Anforderungen wird am Beispiel eines Wohngebäudes im **Bild 5** dargestellt. So ist es z. B. zulässig, nach einer RCD in der Unterverteilung einen Überspannungsableiter Typ 2 einzubauen, wenn durch den in der Hauptverteilungsanlage bereits installierten Überspannungsableiter 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 Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) 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 0_A.

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

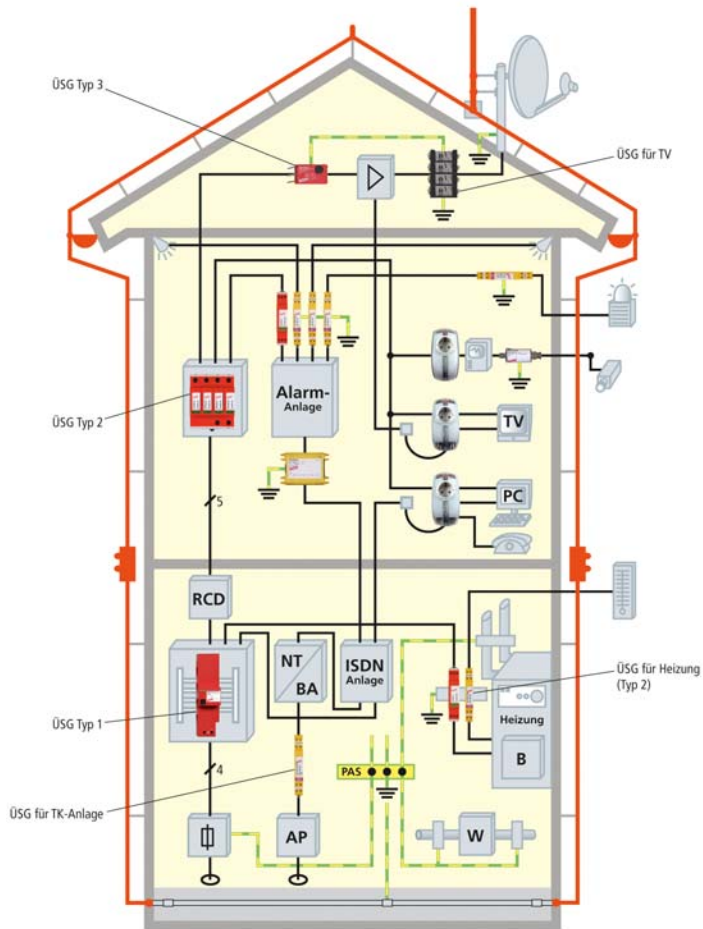


Bild 5 - Zulässiger Einsatz von ÜSE nach der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung: Beispiel (ÜSE) vom Typ 2 nach RCD in Unterverteilung und (ÜSE) vom Typ 1 vor RCD in Hauptverteilung

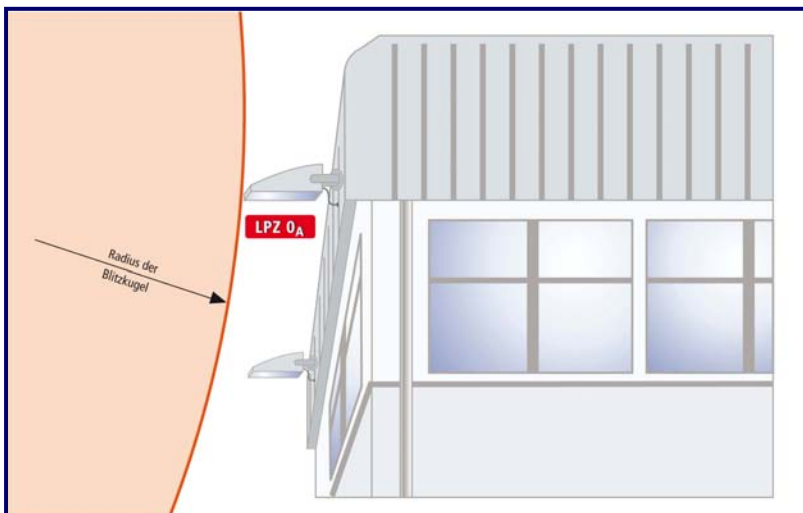


Bild 6 - Zulässiger Einsatz von ÜSE vom Typ 1 nach einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung bei Überspannungen von der Lastseite: Beispiel Außenleuchte in der Blitzschutzzone 0_A

Messung des Isolationswiderstandes

Nach Abschnitt 534.2.7 müssen ÜSE, die im Einspeisebereich einer elektrischen Anlage oder im Stromkreisverteilerbereich eingebaut sind (üblicherweise ÜSE vom Typ 1 und Typ 2) während der Messung des Isolationswiderstandes der Anlage nach DIN VDE 0100-600 (VDE 0100-600):2008-06 [22] getrennt werden, wenn sie für die bei der Messung des Isolationswiderstandes

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 Isolationswiderstandes mit angeschlossenem ÜSE möglich ist. Da bei solchen Einbauorten eine Trennung der ÜSE während der Messung des Isolationswiderstandes nicht praxisgerecht ist. Nach DIN VDE 0100-600 (VDE 0100-600) 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) 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 Ableiter modular aufgebaut. Es ist nur das steckbare Oberteil abzuziehen. Ein Abklemmen der ÜSE ist somit nicht mehr notwendig.

Statusanzeige von ÜSE

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 auch über eine Fernsignalisierung in eine übergeordnete Überwachungseinrichtung einzubinden.

Schutz bei Überströmen und den Folgen eines Fehlers an Überspannung-Schutzeinrichtungen

In der Regel wird nach Abschnitt 534.2.4 der Schutz bei Überströmen und den Folgen eines Fehlers an Überspannung-Schutzeinrichtungen durch eine vorgeordnete Überstrom-Schutzeinrichtung sichergestellt. Vom Hersteller der Überspannungsableiter werden dabei unter Berücksichtigung der Kurzschlussfestigkeit der ÜSE Vorgaben für den maximal empfohlenen Bemessungswert des netzseitigen Überstromschutzes gegeben. Die Überstrom-Schutzeinrichtung kann entweder eine externe Sicherung sein (Teil der elektrischen Anlage) oder bereits in der Überspannung-Schutzeinrichtung integriert sein. Auf eine separate Überstrom-Schutzeinrichtung im Schutzpfad der Überspannung-Schutzeinrichtung 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 Überspannung-Schutzeinrichtung, 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 Überstrom-Schutzeinrichtung in der Anlage dem Stromkreis vorgeschaltet ist, in dem der Überspannungsableiter installiert ist, wie in Bild 7a dargestellt, dann kann ein Auslösen dieser Sicherung eine Versorgungsunterbrechung zur Folge haben: Vorrang des Überspannungsschutzes.

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

Anschlussleitungen zu Überspannung-Schutzeinrichtungen

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 Erdungsverbindung von der ÜSE zu der Haupterdungsschiene oder 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 Überstrom-Schutzeinrichtungen 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 Bilder 53A und 53B der DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) entlehnt und zeigen die bereits beschriebenen zwei grundlegenden Arten der Kombination von Überstrom-Schutzeinrichtung und Überspannungs-Schutzeinrichtung:

- o Überstrom-Schutzeinrichtung 1 ist in der Anlage dem Stromkreis vorgeschaltet, in dem die ÜSE eingebaut sind.
- o Überstrom-Schutzeinrichtung 2 ist im Pfad der ÜSE eingebaut.

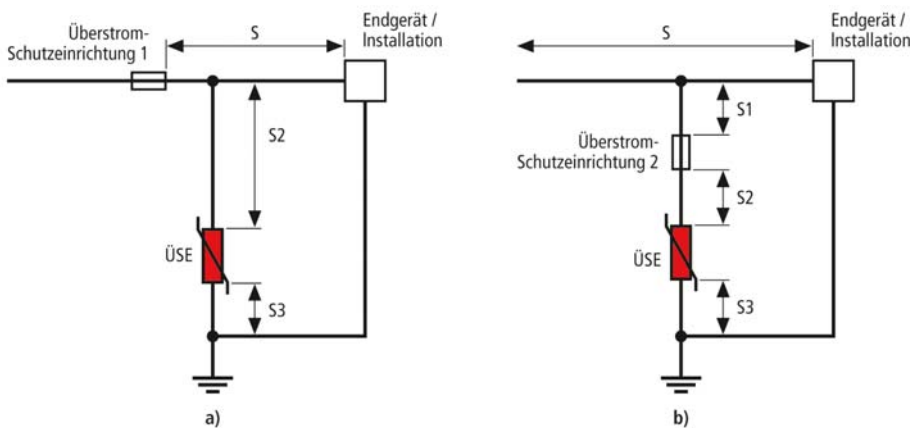


Bild 7 - Anschlussleitungen einer ÜSE

Über den notwendigen Querschnitt, die maximal zulässige Länge und die Verlegeart dieser Anschlussleitungen werden an verschiedenen Stellen der Norm Aussagen gemacht, die nachfolgend zusammengefasst werden:

Anschlussquerschnitt

Abschnitt 534.2.4 beinhaltet die allgemeine Vorgabe, dass „der Leiterquerschnitt der Leitungen, die die Überstrom-Schutzeinrichtungen mit den Außenleitern verbinden, nach dem maximal möglichen Kurzschlussstrom auszulegen sind“. Es sind dabei auch die Bestimmungen der DIN VDE 0100-430 (VDE 0100-430) [23] zu beachten.

Tabelle 3 fasst die Anforderungen, die in verschiedenen Kapiteln von DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) an den Querschnitt der Anschlussleitungen von ÜSE gemacht werden, zusammen. In einer nationalen Anmerkung des Abschnittes 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.

Abschnitt 534.2.4		
Verbindung S1 und S2 Überspannung-Schutzeinrichtung mit Überstrom-Schutzeinrichtung	Leiterquerschnitt auslegen nach maximal möglichem Kurzschlussstrom	
Abschnitt 534.2.4		
Verbindung S1, S2 und S3	$\geq 4 \text{ mm}^2$ Kupfer oder leitwertgleich	Querschnitt S der Außenleiter $\geq 4 \text{ mm}^2$
	Mindestens Querschnitt der Außenleiter	Querschnitt S der Außenleiter $< 4 \text{ mm}^2$
Nationale Anmerkung: Nur Erdleiter S3	16 mm^2 Kupfer oder leitwertgleich für ÜSE-Typ 1	Blitzschutzsystem vorhanden

Tabelle 3 - Querschnitt der Anschlussleitungen zu ÜSE

Gesamte Länge der Anschlussleitungen

Intensiv diskutiert wurde in den Normengremien die Frage der maximal zulässigen gesamten Anschlusslänge von ÜSE. Die „gesamte Anschlusslänge“ umfasst dabei die Summe der Einzelleitungen S2 + S3 beim Einbau nach Bild 7a und S1+1 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 5kA bei 8/20µs der tatsächlich am zu schützenden Endgerät maximal anstehende Spannungswert bei zunehmender Länge der Anschlussleitungen.

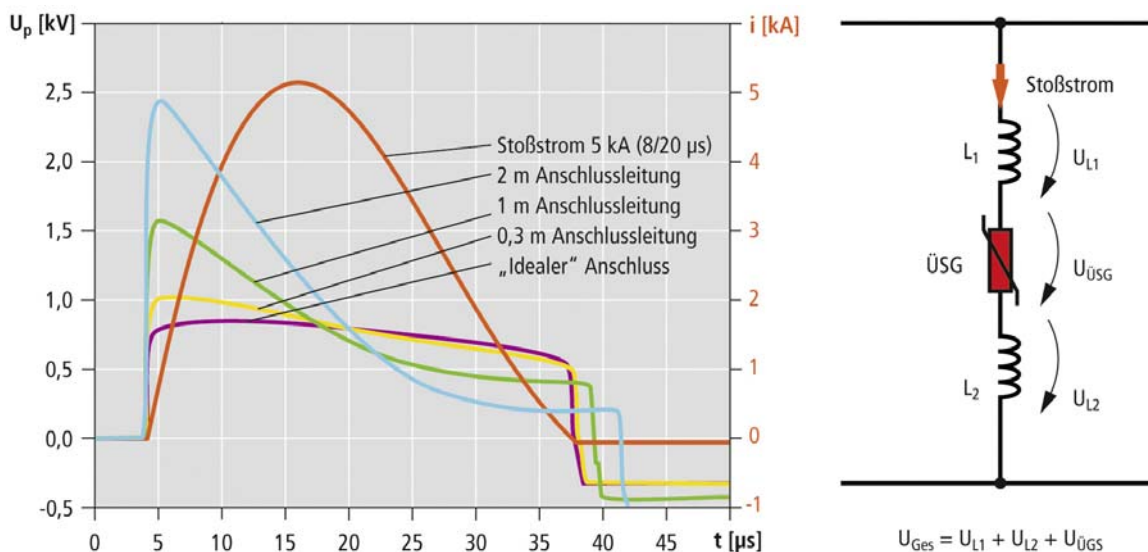


Bild 8 - Schutzpegel am Endgerät bei zunehmender Gesamtanschlusslänge

Zu der Begrenzungsspannung des Schutzgerätes 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 Überstrom-Schutzeinrichtung 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) 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 Niederspannungs-Schaltanlagen 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 Anschlussschema der V-förmige

Zweileiter-Anschluss, wie in **Bild 9** dargestellt, angewendet werden. In diesem Beispiel werden für die Verbindungen der ÜSE mit den aktiven Leitern keine separaten Leitungsabzweige zum Anschluss der Überspannungs-Schutzeinrichtung verwendet. Die Länge der Erdungsverbindung der ÜSE kann dann bis zu 1 m betragen.

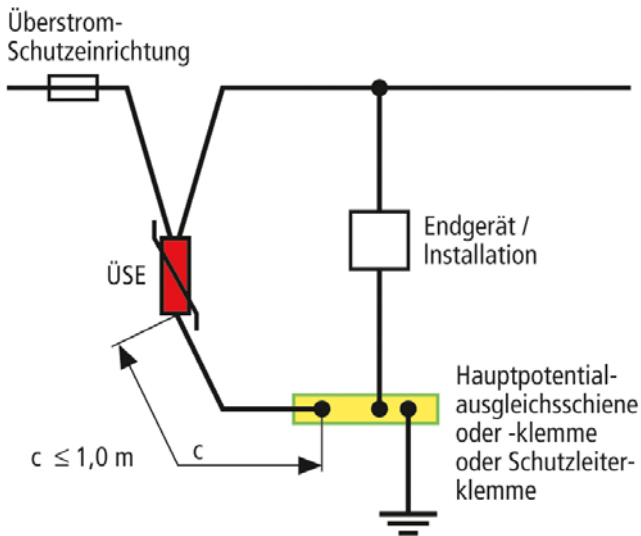


Bild 9 - V-förmiger Zweileiter-Anschluss einer ÜSE

Eine innovative Umsetzung für die Installation einer ÜSE in Niederspannungs-Schaltanlagen ist die Direktmontage des Ableiters auf der Sammelschiene für PEN- oder N-Leiter, wie im **Bild 10** gezeigt.



Bild 10 - Installation einer ÜSE n in einer Niederspannungs-Schaltanlage

Fazit

Die DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) gibt dem Installateur umfangreiche und detaillierte Vorgaben für eine korrekte Auswahl und Errichtung von Überspannungs-Schutzeinrichtungen. Durch die Vornorm sind Planer und Errichter von Niederspannungsanlagen auf die Anforderungen der neuen DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) gut vorbereitet. Die Umstellung auf diese neue Vorschrift 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 Überspannungs-Schutzeinrichtungen und einer fachmännischen Installation stellt einen bestmöglichen Schutz bei Überspannung sicher.

Literatur

- [1] J. Birkl, P. Zahlmann: 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 oder von Schaltvorgängen. Berlin – Offenbach: VDE VERLAG
- [3] DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534): 2009-03; Errichten von Niederspannungsanlagen Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel - Schaltgeräte und Steuergeräte - Überspannung-Schutzeinrichtungen (ÜSE). Berlin – Offenbach: VDE VERLAG
- [4] DIN V 0100-534 (VDE V 0100-534): 1999-04; Elektrische Anlagen von Gebäuden Teil 534: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel - Überspannungs-Schutzeinrichtungen. Berlin – Offenbach: VDE VERLAG
- [5] 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)
- [6] 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
- [7] 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
- [8] 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
- [9] 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
- [10] DIN VDE 0100-200 (VDE 0100-200): 2006-06; Errichten von Niederspannungsanlagen; Teil 200: Begriffe. Berlin – Offenbach: VDE VERLAG
- [11] Richtlinie für den Einsatz von Überspannungs-Schutzeinrichtungen (ÜSE) Typ 1 (bisher Anforderungsklasse B) in Hauptstromversorgungssystemen. Verband der Netzbetreiber – VDN – e. V. bei VDEW (Hrsg.) Frankfurt/M.: VDEW, 2004 (ISBN 978-3-8022-0798-3)
- [12] DIN EN 62305-1 (VDE 0185-305-1): 2006-10; Blitzschutz; Teil 1: Allgemeine Grundsätze. Berlin – Offenbach: VDE VERLAG
- [13] DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3): 2006-10; Blitzschutz; Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen. Berlin – Offenbach: VDE VERLAG
- [14] 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
- [15] DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4): 2006-10; Blitzschutz; Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen. Berlin – Offenbach: VDE VERLAG
- [16] VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH, Offenbach: www.vde-institut.com
- [17] KEMA, Arnheim / Niederlande: www.kema.com
- [18] 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
- [19] 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
- [20] 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 Niederspannungsanlage bei Erdschlüssen in Netzen mit höherer Spannung

[21] DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410): 2007-06; Errichten von Niederspannungsanlagen Teil 4-: Schutzmaßnahmen ; Kapitel 41: Schutz gegen Elektrischen Schlag. Berlin – Offenbach: VDE VERLAG

[22] DIN VDE 0100-600 (VDE 0100-600): 2008-06; Errichten von Niederspannungsanlagen Teil 6-: Prüfungen. Berlin – Offenbach: VDE VERLAG

[23] DIN VDE 0100-430 (VDE 0100-430): 1991-11; Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1.000 V - Schutzmaßnahmen - Schutz von Kabeln und Leitungen bei Überstrom. Berlin – Offenbach: VDE VERLAG