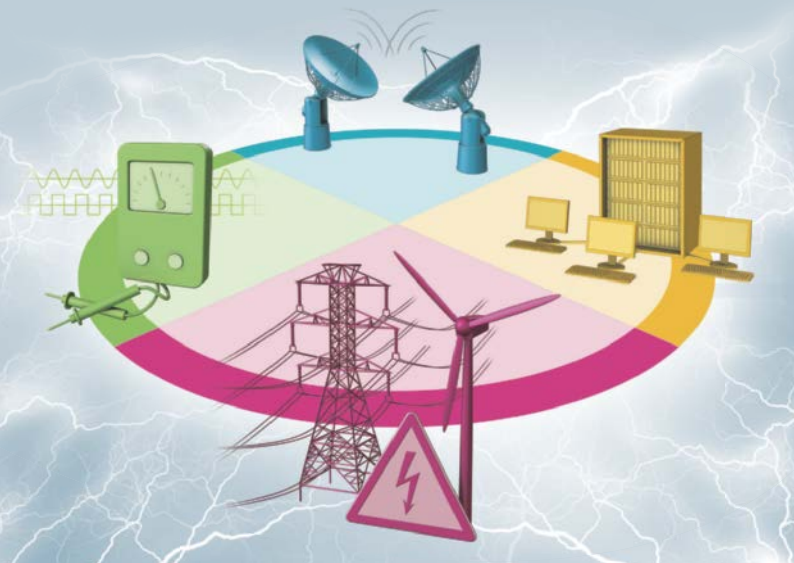




Mit den neuen Anforderungen der Normen
DIN VDE 0100-443 und DIN VDE 0100-534

Basiswissen Überspannungsschutz

Grundlagen für Industrie und Handwerk

Überspannungsschutz in dünnen Scheiben

Die 3,5-mm-Lösung für MSR-Anwendungen

TERMITRAB complete ist der weltweit schmalste Überspannungsschutz für die MSR-Technik. Mit der neuen Produktfamilie erhalten Sie einen kompletten Systembaukasten mit Vorteilen wie Statusanzeige und optionaler Fernmeldung. Die schmalsten Schutzgeräte sind nur 3,5 mm breit.



Mehr Informationen unter Telefon (0 52 35) 3-1 20 00 oder **phoenixcontact.de**

**Mit den neuen Anforderungen der Normen
DIN VDE 0100-443 und DIN VDE 0100-534**

Basiswissen Überspannungsschutz

Grundlagen für Industrie und Handwerk

Inhalt

Einleitung	6
1 Ursachen und Wirkung	7
1.1 Entstehungsursachen	7
1.2 Einkopplungsarten	10
1.3 Wirkungsrichtung von Überspannungen	13
2 Planung eines Schutzkonzepts	15
2.1 Blitzschutz nach DIN EN 62305	15
2.2 Überspannungsschutz nach DIN VDE 0100-443	17
2.3 Wirkungsvoller Schutz nach dem Schutzkreisprinzip	18
3 Blitzschutzzonen	19
3.1 Überspannungsschutz an den Zonengrenzen	21
3.2 Ableiterkombinationen	23
3.3 Verteilung des Blitzstroms bei einem direkten Blitzschlag in ein Gebäude	24
4 Überspannungsschutz für Stromversorgungssysteme	26
4.1 Mehrstufige Schutzkonzepte	26
4.2 Überspannungsschutz nach DIN VDE 0100-534	28
4.3 Schutzschaltungen für unterschiedliche Netzformen	33

5	Installationshinweise	37
5.1	Ableitervorsicherung	37
5.2	Auswirkungen von Stoßströmen auf Anschlussleitungen zum SPD	40

6	Auswahlhilfe Netzschutz	44
----------	--------------------------------	-----------

7	Normen und Richtlinien	46
----------	-------------------------------	-----------

8	Glossar	52
----------	----------------	-----------

9	Links und weitere Informationen	67
----------	--	-----------

Einleitung

Extrem kurzzeitige (transiente) Überspannungsimpulse zerstören erhebliche Sachwerte in Form von elektrischen und elektronischen Geräten und Anlagen. Die Schäden sind nicht nur auf industrielle Anlagen begrenzt. Auch die Gebäudetechnik bis hin zu den Geräten des täglichen Gebrauchs im privaten Haushalt sind betroffen.

Ein fünfstelliger Eurobetrag als Gesamtwert der elektrotechnischen Ausstattung in gewerblichen Betrieben und in privaten Haushalten ist heute schnell erreicht. Entsprechend größere Schäden entstehen im industriellen Umfeld. Dort ist der Wert an elektrotechnischen Einrichtungen noch deutlich höher.

Phoenix Contact entwickelt auf Basis intensiver Grundlagenforschung innovative Ableitertechnologien. Das daraus gewonnene Know-how ist Basis für die Fertigung leistungsstarker und anwendungsorientierter Schutzgeräte.

Wie entstehen transiente Überspannungen und welche Auswirkungen haben sie? Wie ist ein wirkungsvolles Überspannungsschutzkonzept aufgebaut? Welche Technologie verbirgt sich hinter dem Schutzkonzept und in den Produkten? Worauf ist bei der Installation zu achten? Die Antworten auf diese Fragen liefern die folgenden Seiten.

1 Ursachen und Wirkung

Transiente Überspannungen haben verschiedene Entstehungsursachen und sie gelangen auf unterschiedlichen Wegen in Anlagen und Geräte.

1.1 Entstehungsursachen

Transiente Überspannungen entstehen durch folgende Ereignisse:

- Blitzenentladungen
- Schalthandlungen
- Elektrostatische Entladungen

Diese Überspannungen treten nur für den Bruchteil einer Sekunde auf. Man nennt sie deshalb auch transiente Spannungen oder kurz Transienten. Sie haben sehr kurze Anstiegszeiten von wenigen Mikrosekunden, bevor sie vergleichsweise langsam über einen zeitlichen Bereich von bis zu einigen hundert Mikrosekunden wieder abfallen.

Blitzenentladungen

Der Fachausdruck für eine Blitzenentladung ist LEMP. Das steht für Lightning Electromagnetic Pulse. Von allen Entstehungsursachen erzeugen Blitzschläge bei einem Gewitter die höchste Zerstörungsenergie. Sie ist in der Lage, hohe transiente Überspannungen über einen weiten Bereich wirken zu lassen. Der gleichzeitig fließende hohe Stoßstrom kann deutliche mechanische Schäden an Gebäuden und deren Infrastruktur verursachen. Auf jeden Fall ist

die Elektroinstallation mit allen angeschlossenen Betriebsmitteln und Geräten besonders gefährdet. Meistens kommt es zu erheblichen Beschädigungen oder sogar zum Totalausfall.

Schalthandlungen

Schalthandlungen werden mit der Abkürzung SEMP bezeichnet. Dieser Ausdruck steht für Switching Electromagnetic Pulse.

Unter Schalthandlungen versteht man in diesem Zusammenhang das Schalten von elektrischen Verbrauchern oder das Abschalten von Kurzschlüssen im Stromversorgungsnetz. Bei solchen Vorgängen entstehen in den betroffenen Leitungen in wenigen Sekundenbruchteilen sehr große Stromänderungen. Hohe Spannungsspitzen, die sich als Überspannung im angeschlossenen Netz ausbreiten, sind die Folge.

Blitzentladungen



Schalthandlungen



Elektrostatische Entladungen

Die Abkürzung ESD steht für Electrostatic Discharge und bezeichnet eine elektrostatische Entladung.

Hier findet bei einer Annäherung oder Berührung von Körpern mit unterschiedlichem elektrostatischen Potenzial eine Übertragung elektrischer Ladung statt. Ein bekanntes Beispiel dafür ist die Entladung einer Person, die sich während des Laufens über einen Teppich auflädt und sich dann an einem metallischen, geerdeten Gegenstand entlädt, z. B. an einem Metallgeländer.

Elektrostatische Entladungen



1.2 Einkopplungsarten

Überspannungen können auf unterschiedlichen Wegen in Stromkreise gelangen. Diese Wege werden als Einkopplungsarten bezeichnet. Es wird unterschieden zwischen:

- Galvanischer Einkopplung
- Induktiver Einkopplung
- Kapazitiver Einkopplung

Galvanische Einkopplung

So bezeichnet man Überspannungen, die direkt über eine elektrisch leitfähige Verbindung in einen Stromkreis einkoppeln. Das ist z. B. bei Blitzeinschlägen zu beobachten. Dabei verursachen hohe Blitzstromamplituden am Erdungswiderstand des betroffenen Gebäudes eine Überspannung.

Galvanische Einkopplung



Alle Leitungen, die am zentralen Potenzialausgleich angeschlossen sind, werden mit dieser Spannung beaufschlagt. An blitzstromdurchflossenen Leitern entsteht zusätzlich eine Überspannung. Sie ist aufgrund der großen Stromsteilheit hauptsächlich auf den induktiven Anteil des Leitungswiderstands zurückzuführen.

Nach dem Induktionsgesetz kann sie wie folgt berechnet werden:

$$U = (-)L \times di/dt$$

Induktive Einkopplung

Dieser Vorgang erfolgt durch das magnetische Feld eines stromdurchflossenen Leiters nach dem Transformatorprinzip. Eine direkt eingekoppelte Überspannung verursacht in dem betroffenen Leiter einen Stoßstrom mit hohen Anstiegswerten. Gleichzeitig entsteht ein entsprechend starkes Magnetfeld um diesen Leiter, wie bei der Primärwicklung eines Transformators. Das Magnetfeld induziert eine Überspannung in anderen Leitungen, die sich in

Induktive Einkopplung



seinem Wirkungsbereich befinden, wie in die Sekundärwicklung eines Transformators. Über den Leitungsweg gelangt die eingekoppelte Überspannung in das angeschlossene Gerät.

Kapazitive Einkopplung

Diese Einkopplung erfolgt über das elektrische Feld zwischen zwei Punkten mit hohem Potenzialunterschied. Über der Ableitung eines Blitzableiters entsteht aufgrund eines Blitzeinschlags ein hohes Potenzial. Es bildet sich ein elektrisches Feld zwischen der Ableitung und anderen Teilen mit niedrigerem oder erdnahem Potenzial. Das können z. B. Leitungen der Stromversorgung und der Signalübertragung oder Geräte innerhalb des Gebäudes sein. Es kommt zu einem Ladungstransport durch das elektrische Feld. Das führt zu einem Spannungsanstieg beziehungsweise zu einer Überspannung in den betroffenen Leitungen und Geräten.

Kapazitive Einkopplung



1.3 Wirkungsrichtung von Überspannungen

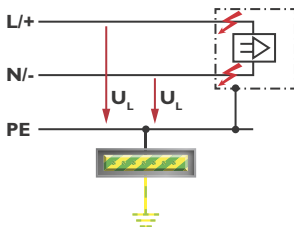
Überspannungen wirken in den beeinflussten Stromkreisen in zwei Richtungen.

Bezeichnungen der Wirkungsrichtungen:

- **Längsspannung**
Asymmetrische Spannung/common mode
- **Querspannung**
Symmetrische Spannung/differential mode

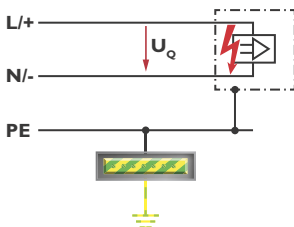
Längsspannung

Längsspannungen treten im Beeinflussungsfall durch Überspannungen oder hochfrequente Störspannungen zwischen aktiven Leitern und Erde auf. Diese asymmetrischen Überspannungen gefährden in erster Linie Bauelemente, die zwischen aktiven Potenzialen und einem geerdeten Grund liegen, sowie die Isolation zwischen aktiven Potenzialen und Erde. Es kommt zu Überschlügen auf Platinen oder von Spannung führenden Betriebsmitteln zu geerdeten Gehäuseteilen.



Querspannung

Querspannungen treten im Beeinflussungsfall durch Überspannungen oder hochfrequente Störspannungen zwischen den aktiven Leitern eines Stromkreises auf. Diese symmetrischen Überspannungen gefährden den Spannungs- und Signaleingang von Geräten und Schnittstellen. Es kommt zur Überlastung und Zerstörung von signalverarbeitenden Bauelementen oder Betriebsmitteln in der Stromversorgung.



2 Planung eines Schutzkonzepts

Die Planung eines Schutzkonzepts erfolgt abgestützt auf eine Risikoanalyse.

Wenn keine gesetzlichen oder sonstigen Vorgaben greifen, ist zunächst zu prüfen, ob Schutzmaßnahmen gegen Überspannungen aufgrund von Blitzereignissen erforderlich sind. Anschließend ist zu betrachten, ob (zusätzliche) Schutzmaßnahmen gegen Überspannungen aufgrund atmosphärischer Einflüsse oder Schalthandlungen berücksichtigt werden müssen.

2.1 Blitzschutz nach DIN EN 62305

Die Risikoanalyse nach Teil 2 dieser Norm beschreibt ein Verfahren, mit dem zunächst die Notwendigkeit des Blitzschutzes für eine bauliche Anlage analysiert werden kann.

Ausgehend von verschiedenen Schadensquellen, z. B. einem direkten Blitzeinschlag in das Gebäude, werden dabei folgende Schadensarten betrachtet:

- Verlust der Gesundheit oder des Lebens von Menschen
- Verlust von technischen Dienstleistungen für die Öffentlichkeit
- Verlust von unersetzlichem Kulturgut
- Wirtschaftliche Verluste

Als hohes Risiko gilt immer der Verlust der Gesundheit oder des Lebens von Menschen. Der Verlust von technischen Dienstleistungen für die Öffentlichkeit oder der Verlust von unersetzlichem Kulturgut spielen nur bei entsprechenden Einrichtungen eine Rolle. Sie bleiben ggf. unberücksichtigt.

Mit einem Vergleich der jährlichen Gesamtkosten für ein Blitzschutzsystem zu den Kosten möglicher Schäden ohne Blitzschutzsystem lässt sich der wirtschaftliche Nutzen realistisch einschätzen. Basis für die Kostenbetrachtung sind Aufwände für Planung, Errichtung, Wartung und Prüfung sowie mögliche Restschäden, die trotz des Blitzschutzsystems auftreten können.

Ergibt das Risikomanagement, dass Blitzschutz erforderlich und wirtschaftlich ist, lassen sich Art und Umfang der konkreten Schutzmaßnahme anhand der Teile 3 und 4 dieser Norm planen.

Maßgeblich für Art und Umfang der Maßnahmen ist der Gefährdungspegel, der sich aus dem Risikomanagement ergibt. Bei baulichen Anlagen, die ein extrem hohes Maß an Sicherheit erfordern, müssen nahezu alle Blitze sicher eingefangen und abgeleitet werden. Bei Anlagen, bei denen ein höheres Restrisiko akzeptabel ist, wird in Kauf genommen, dass Blitze mit geringen Amplituden nicht eingefangen werden. Für das Einfangen von Blitzen nimmt der Aufwand mit sinkendem Scheitelwert zu. Das spiegelt sich z. B. in engeren Fangmaschen oder einer höheren Anzahl von Fangstangen wider. Mit steigender Amplitude nimmt die Anforderung an die mechanische und thermische Stabilität des Blitzschutzsystems zu. Die folgende Tabelle zeigt – in Abhängigkeit des Gefährdungspegels – die kleinsten Scheitelwerte von Blitzen, die noch sicher eingefangen und die größten Scheitelwerte von Blitzen, die sicher abgeleitet werden können.

Gefährdungspegel/ Blitzschutzklasse	Kleinsten Scheitelwert	Größter Scheitelwert
I	3 kA	200 kA
II	5 kA	150 kA
III	10 kA	100 kA
IV	16 kA	100 kA

2.2 Überspannungsschutz nach DIN VDE 0100-443

Diese Norm behandelt den Schutz von Niederspannungsanlagen bei transienten Überspannungen durch atmosphärische Einflüsse, Schaltvorgänge oder Blitzeinschläge in das Versorgungssystem (Freileitungseinspeisung). Überspannungsschutz ist erforderlich, wenn die Folgen der Überspannung Auswirkungen haben können auf:

- Menschliches Leben
- Öffentliche Einrichtungen
- Gewerbe- oder Industrieaktivitäten
- Ansammlungen von Personen
- Einzelpersonen in Wohngebäuden und kleinen Büros

Seit dem 1. Oktober 2016 ist bei Neuerrichtung oder bei Änderungen bzw. Erweiterungen von Niederspannungsanlagen ein Überspannungsschutz verpflichtend vorzusehen.

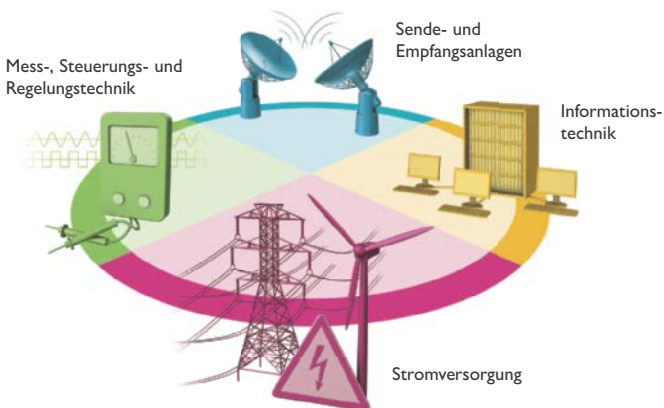
Wenn zu erwarten ist, dass Betriebsmittel innerhalb der Anlage Schaltüberspannungen erzeugen, müssen auch dafür Schutzmaßnahmen berücksichtigt werden.

2.3 Wirkungsvoller Schutz nach dem Schutzkreisprinzip

Das Schutzkreisprinzip beschreibt eine lückenlose Maßnahme zum Schutz vor Überspannungen. Dabei ist gedanklich ein Kreis um das zu schützende Objekt zu ziehen. An allen Stellen, an denen Leitungen diesen Kreis schneiden, sind Überspannungsschutzgeräte zu installieren. Die Nenndaten des jeweiligen Stromkreises sind bei der Auswahl der Schutzgeräte zu berücksichtigen. Damit ist der Bereich innerhalb des Schutzkreises so gesichert, dass leitungsgebundene Überspannungseinkopplungen konsequent vermieden werden.

Das Schutzkreiskonzept lässt sich in folgende Bereiche unterteilen:

- Stromversorgung
- Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik
- Informationstechnik
- Sende- und Empfangsanlagen



3 Blitzschutzzonen

Blitzschutzzonen nach DIN EN 62305-4 beschreiben räumlich abgegrenzte Bereiche einer baulichen Anlage. Geeignete Schutzmaßnahmen an einer Zonengrenze reduzieren leitungs- und feldgebundene Störungen auf einen Wert, der für die Betriebsmittel innerhalb der Zone ungefährlich ist.

Den elektrischen und elektronischen Betriebsmitteln wird vom Hersteller eine Stehstoßspannung zugewiesen, die das Stehvermögen seiner Isolierung gegen Überspannungen zwischen Leiter und Erde charakterisiert. Bei Betriebsmitteln, die zum Einsatz in 230-/400-V-Systemen bestimmt sind, reicht diese von 1,5 kV (Überspannungskategorie I) bei empfindlichen Endgeräten bis hin zu 6 kV (Überspannungskategorie IV) für Betriebsmittel, die am Speisepunkt der Anlage eingesetzt werden. Werden Betriebsmittel zu einer Blitzschutzzone LPZ (Lightning Protection Zone) zusammengefasst, müssen an jedem Punkt, an dem eine Leitung die Zonengrenze schneidet, Überspannungsschutzgeräte eingesetzt werden, die eine Überspannung auf ein für jedes Betriebsmittel ungefährliches Maß reduzieren. Eventuell sind noch weitere Maßnahmen zur Bedämpfung elektrischer Felder erforderlich.

Nach DIN EN 62305-4 könnte eine bauliche Anlage z. B. in folgende LPZ eingeteilt werden:

- **LPZ 0_A**: Ungeschützter Bereich außerhalb eines Gebäudes, in dem direkte Blitzeinschläge möglich sind. Volle Blitzströme auf Leitungen, unbedämpftes magnetisches Feld.

- **LPZ 0_B:** Bereich außerhalb des Gebäudes, der z. B. durch eine Fangeinrichtung vor direkten Blitzeinschlägen geschützt ist. Nur induzierte Stoßströme auf Leitungen, ungedämpftes magnetisches Feld.
- **LPZ 1:** Bereich innerhalb des Gebäudes, in dem noch mit energiereichen Überspannungen bzw. Stoßströmen und starken elektromagnetischen Feldern gerechnet wird.
- **LPZ 2:** Bereich innerhalb eines Gebäudes, in dem mit bereits deutlich abgeschwächten Überspannungen bzw. Stoßströmen und elektromagnetischen Feldern gerechnet wird.
- **LPZ 3:** Bereich innerhalb des Gebäudes, in dem nur noch mit extrem niedrigen oder gar keinen Überspannungen bzw. Stoßströmen und sehr schwachen bis nicht vorhandenen elektromagnetischen Feldern gerechnet wird.

Im Rahmen eines Blitzschutzkonzepts werden Geräte oder Bereiche zusammengefasst, die das gleiche Gefährdungspotenzial aufweisen und mit Ableitern der gleichen Schutzklasse beschaltet werden können. An den Übergängen von einer Blitzschutzzone LPZ zur anderen sind Schutzgeräte mit unterschiedlichen Leistungsparametern zu installieren.

3.1 Überspannungsschutz an den Zonengrenzen

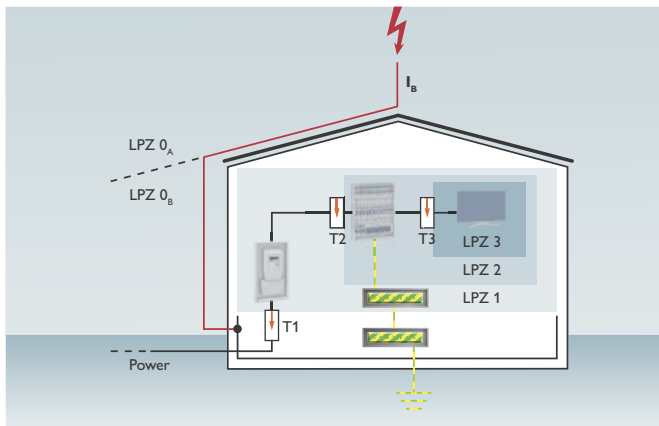
Die verwendeten Überspannungsschutzgeräte müssen den an den Zonengrenzen zu erwartenden Belastungen standhalten.

Am Übergang von LPZ 0_A auf LPZ 1, typischerweise am Gebäudeeintritt, ist auf der Niederspannungsleitung mit anteiligem Blitzteilstrom bis hin zum vollen Blitzteilstrom zu rechnen. Normativ wird dies mit einem Stoßstrom der Impulsform 10/350 µs simuliert. Zusätzlich werden dort induzierte Stoßströme oder Einkopplungen aus Schaltheftungen erwartet. Diese Stoßströme werden normativ mit einem 8-/20-µs-Impuls nachgebildet. Eine Überspannungsschutzeinrichtung, die beide Impulsformen beherrscht, wird normativ als Typ-1-Ableiter bezeichnet. Eine gebräuchliche umgangssprachliche Bezeichnung ist Blitzstromableiter oder Kombi-ableiter. Die erforderliche Amplitude kann z. B. nach DIN EN 62305-1, Anhang E, berechnet werden (siehe auch Kapitel 3.3).

Am Zonenübergang LPZ 0_B auf LPZ 1 oder LPZ 1 auf LPZ 2 müssen nur Stoßströme der Impulsform 8/20 µs beherrscht werden. Die hierfür optimal geeignete Überspannungsschutzeinrichtung ist ein Typ-2-Ableiter.

An den weiteren Zonengrenzen ist üblicherweise nur noch mit geringen Restimpulsen zu rechnen. Dafür kann ebenfalls ein Typ-2- oder ein Typ-3-Ableiter verwendet werden.

Das folgende Bild und die Tabelle zeigen beispielhaft eine Zuordnung von Blitzschutz-zonenübergängen und geeigneten Überspannungsschutzeinrichtungen.



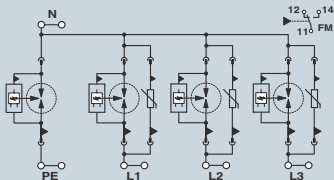
Blitzschutzzonen

Ableitertyp	Beschreibung	Einsatz am Zonenübergang	Typischer Installationsort
Typ 1	Blitzstromableiter/ Grobschutz	LPZ 0 _A – LPZ 1	Gebäudeeintritt, spätestens in der Hauptverteilung, z. T. auch vor dem Stromzähler
Typ 2	Überspannungs- ableiter/Mittel- schutz	LPZ 0 _B – LPZ 1 LPZ 1 – LPZ 2	Hauptverteilung nach dem Strom- zähler oder Unter- verteilung
Typ 3	Geräteschutz/ Feinschutz	LPZ 2 – LPZ 3	Unmittelbar vor dem Endgerät

3.2 Ableiterkombinationen

Eine physikalische Kombination aus einem spannungsschaltenden Typ-1-Ableiter (Funkenstrecke) und einem spannungsbegrenzenden Typ-2-Ableiter (Varistor) vereint wichtige Eigenschaften beider Ableitertypen, wie das hohe Ableitvermögen der Funkenstrecke und das weiche Ansprechen des Varistors.

Dadurch verbessert sich das Ansprechverhalten gegenüber einer reinen Funkenstrecke. Die Lebensdauer der Einzelkomponenten wird entscheidend verlängert, weil die Funkenstrecke nur noch dann arbeiten muss, wenn es energetisch erforderlich ist.



Innenschaltbild einer Ableiterkombination
Typ 1 und Typ 2 für ein 3-phases
TN-S-System

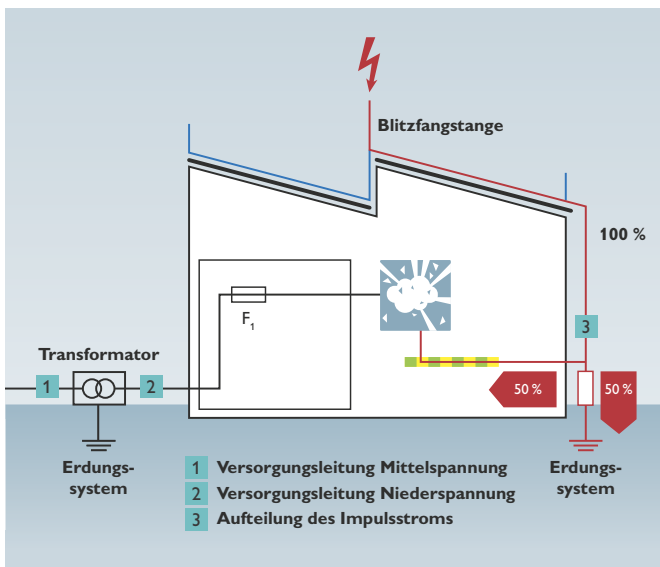


Produktbeispiel einer
Ableiterkombination
Typ 1 und Typ 2

3.3 Verteilung des Blitzstroms bei einem direkten Blitzeinschlag in ein Gebäude

Bei einem Blitzeinschlag in die Fangeinrichtung wird sich der Stoßstrom auf die Erdungsanlage, äußere leitende Teile und auf in die bauliche Anlage eingeführte Leitungen aufteilen.

In DIN EN 62305-1, Anhang E, ist ein Verfahren zur detaillierten Berechnung der Blitzstromaufteilung beschrieben.



Vereinfachtes Modell für die Blitzstromverteilung

In erster Näherung darf angenommen werden, dass 50 % des Blitzstroms zur Erde abgeführt werden und sich die verbleibenden 50 % auf die äußeren leitenden Teile und die eingeführten Leitungen aufteilen.

Für den Fall, dass es keine äußeren leitenden Teile gibt und die Niederspannungsversorgung die einzige eingeführte Leitung ist, fließt also der komplette verbleibende Blitzstrom über die NS-Leitung in Richtung des speisenden Transformators. Dieser Strom muss von den Überspannungsschutzgeräten, über die die NS-Leitung an das Potenzialausgleichssystem angeschlossen ist, beherrscht werden. Für die Überspannungsschutzgeräte stellt dies den ungünstigsten Fall dar.

Aus dem Gefährdungspegel ergibt sich der maximal zu erwartende Blitzstrom. Für den geschilderten Fall kann der anteilige Summenstrom, für den die Überspannungsschutzgeräte ausgelegt sein müssen, aus der folgenden Tabelle abgelesen werden:

Gefährdungspegel (LPL)	Scheitelwert des Blitzes	Anteiliger Summenstrom über ÜSGs
I	200 kA	100 kA
II	150 kA	75 kA
III/IV	100 kA	50 kA

Je nach Netzform (siehe Kapitel 4.2) teilt sich der Summenstrom anteilig auf die Außen-, Neutral- und Schutzleiter auf.

4 Überspannungsschutz für Stromversorgungssysteme

Die Ausführung des Überspannungsschutzkonzepts für Stromversorgungssysteme hängt u. a. von folgenden Faktoren ab:

- Vorhandensein eines Blitzschutzsystems
- Räumliche Ausdehnung der baulichen Anlage
- Netzform der Niederspannungsversorgung

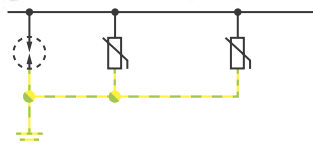
4.1 Mehrstufige Schutzkonzepte

Aufgrund der Anforderungen, die sich aus dem Blitzschutzkonzept ergeben, ist in der Regel immer ein mehrstufiges Schutzkonzept erforderlich.

Die erforderlichen Maßnahmen zum Schutz der Stromversorgung von Anlagen und Geräten gliedert sich je nach Ableiterauswahl und den zu erwartenden Umwelteinflüssen in zwei oder drei Stufen.

Die Schutzgeräte für die einzelnen Stufen unterscheiden sich grundsätzlich durch die Höhe des Ableitvermögens und den Schutzpegel gemäß der Schutzstufenzugehörigkeit.

1.) Dreistufiges Schutzkonzept mit getrennt installierten Typ-1-, Typ-2- und Typ-3-Ableitern für eine räumlich ausgedehnte bauliche Anlage mit einem Blitzschutzsystem, einer Niederspannungshauptverteilung und abgesetzten Unterverteilungen:



Typ 1

Typ 2

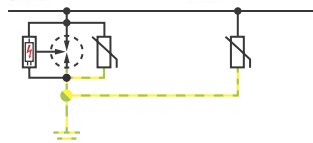
Typ 3

Typ 1: Blitzstromableiter

Typ 2: Überspannungsableiter

Typ 3: Geräteschutz

2.) Dreistufiges Schutzkonzept mit Ableiterkombination Typ 1 und Typ 2 und separatem Typ-3-Ableiter für eine kompakte bauliche Anlage mit einem Blitzschutzsystem und einer zentralen Haupt- bzw. Unterverteilung:



Typ 1+2

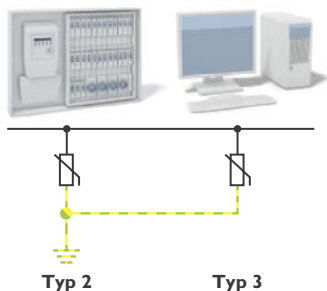
Typ 3

Typ 1 und Typ 2:

Kombination von getriggertem Blitzstromableiter und Überspannungsableiter

Typ 3: Geräteschutz

3.) Zweistufiges Schutzkonzept mit Typ-2-Ableiter und separatem Typ-3-Ableiter für eine bauliche Anlage ohne Blitzschutzsystem oder Freileitungseinspeisung und mit einer zentralen Haupt- bzw. Unterverteilung:



Typ 2: Überspannungsableiter

Typ 3: Geräteschutz

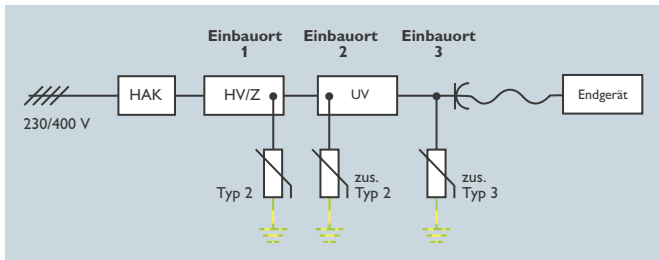
4.2 Überspannungsschutz nach DIN VDE 0100-534

Einbauorte von Überspannungsschutzeinrichtungen

Die erste Stufe ist grundsätzlich am Speisepunkt der elektrischen Anlage zu errichten. Das kann z. B. der Ort sein, an dem die Einspeisung in das Gebäude eintritt, oder die Hauptverteilung.

Zum Schutz der Betriebsmittel können weitere Überspannungsschutzeinrichtungen erforderlich sein, z. B. wenn der Abstand zwischen SPD und dem zu schützenden Betriebsmittel > 10 Meter beträgt, wenn der Schutzpegel zu hoch ist oder Schaltüberspannungen von Betriebsmitteln innerhalb der Anlage zu erwarten sind. Diese zusätzlichen SPDs können in Unterverteilung oder unmittelbar vor dem Endgerät installiert werden.

Beispiel für Einbauorte von SPDs bei Gebäuden **ohne** Blitzschutzsystem oder Freileitungseinspeisung:

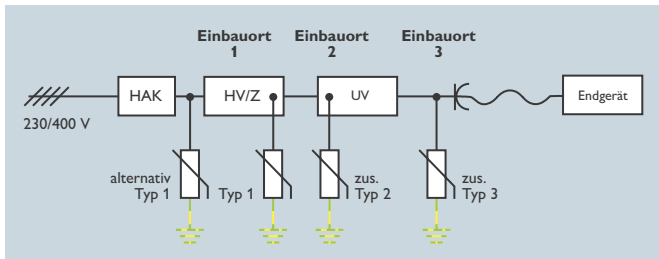


Einbauort 1: Anlagenseitiger (oberer) Anschlussraum nach dem Zähler

Einbauort 2: Unterverteilung

Einbauort 3: Unmittelbar vor dem Endgerät, z. B. in oder an der Steckdose

Beispiel für Einbauorte von SPDs bei Gebäuden **mit** Blitzschutzsystem oder Freileitungseinspeisung:



Einbauort 1: Hauptstromversorgungssystem oder anlagenseitiger (oberer) Anschlussraum nach dem Zähler

Einbauort 2: Unterverteilung

Einbauort 3: Unmittelbar vor dem Endgerät, z. B. in oder an der Steckdose

Weitere Informationen zum Einbau von Überspannungsschutzeinrichtungen (SPDs) am Einbauort 1 sind in TAR VDE-AR-N 4100 dokumentiert.

Mindestanforderungen an den Blitzprüfstrom I_{imp} und den Nennableitstoßstrom I_n von Überspannungsschutzeinrichtung am Speisepunkt der elektrischen Anlage (Einbauort 1).

Gebäude mit Blitzschutzsystem

Es müssen SPD Typ 1 eingesetzt werden. Der erforderliche Blitzprüfstrom I_{imp} ist wie folgt auszuwählen:

- Wurde die Risikoanalyse nach DIN EN 62305-2 nicht durchgeführt, muss der Blitzprüfstrom (I_{imp}) mindestens den in Tabelle 1 aufgeführten Werten entsprechen.
- Wurde eine Risikoanalyse nach DIN EN 62305-2 durchgeführt, muss der Blitzprüfstrom I_{imp} entsprechend der Blitzschutz-Normenreihe DIN EN 62305 bestimmt werden.

Blitzprüfstrom I_{imp}				
Anschluss	1-Phasen-System		3-Phasen-System	
	Schema 1	Schema 2	Schema 1	Schema 2
L – N	–	12,5 kA	–	12,5 kA
L – PE	12,5 kA	–	12,5 kA	–
N – PE	12,5 kA	25 kA	12,5 kA	50 kA

Tabelle 1

Gebäude ohne Blitzschutzsystem, mit Freileitungseinspeisung

Es müssen SPD Typ 1 eingesetzt werden. Diese müssen mindestens für Blitzströme I_{imp} nach Tabelle 2 ausgelegt sein.

Blitzprüfstrom I_{imp}				
Anschluss	1-Phasen-System		3-Phasen-System	
	Schema 1	Schema 2	Schema 1	Schema 2
L – N	–	5 kA	–	5 kA
L – PE	5 kA	–	5 kA	–
N – PE	5 kA	10 kA	5 kA	20 kA

Tabelle 2

Gebäude ohne Blitzschutzsystem, ohne Freileitungseinspeisung

Es muss mindestens ein SPD Typ 2 für den Schutz bei indirekten Blitzeinwirkungen und bei Schalthandlungen vorgesehen werden. Die erforderlichen Mindestwerte des Nennableitstoßstroms I_n am Speisepunkt (siehe Seite 29) sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Nennableiterstoßstrom I_n				
Anschluss	1-Phasen-System		3-Phasen-System	
	Schema 1	Schema 2	Schema 1	Schema 2
L – N	–	10 kA	–	10 kA
L – PE	10 kA	–	10 kA	–
N – PE	10 kA	20 kA	10 kA	40 kA

Tabelle 3

Weitere Überspannungsschutzeinrichtungen können notwendig sein, um das geforderte Schutzziel zu erreichen. Die erforderlichen Mindestwerte des Nennableitstoßstroms I_n für SPD Typ 2 in nachgelagerten Unterverteilungen sind in Tabelle 4 dokumentiert.

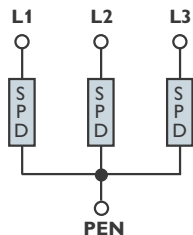
Nennableiterstoßstrom I_n				
Anschluss	1-Phasen-System		3-Phasen-System	
	Schema 1	Schema 2	Schema 1	Schema 2
L – N	–	5 kA	–	5 kA
L – PE	5 kA	–	5 kA	–
N – PE	5 kA	10 kA	5 kA	20 kA

Tabelle 4

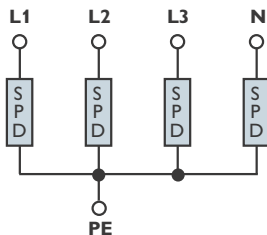
Anschlussschema 1

(z. B. 3+0-Schaltung oder 4+0-Schaltung)

Eine SPD-Kombination, die einen Schutzpfad zwischen jedem aktiven Leiter (Außenleiter und Neutralleiter, falls vorhanden) und Schutzleiter oder zwischen jedem Außenleiter und PEN-Leiter aufweist.



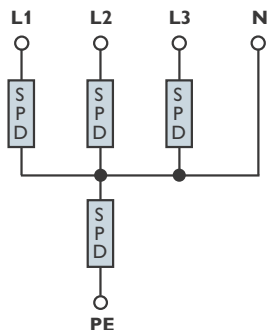
3+0-Schaltung



4+0-Schaltung

Anschlusschema 2 (z. B. 3+1-Schaltung)

Kombination von Überspannungsschutzeinrichtungen (SPDs), die einen Schutzpfad zwischen jedem Außenleiter und dem Neutralleiter und einen Schutzpfad zwischen dem Neutralleiter und dem Schutzleiter aufweist.



4.3 Schutzschaltungen für unterschiedliche Netzformen

In der DIN VDE 0100-534 werden zwei Anschluss schemata beschrieben: Beim Anschluss schema 1 werden der oder die Außenleiter und, falls vorhanden, der Neutralleiter jeweils über ein SPD mit dem Schutzleiter bzw. dem PEN-Leiter verbunden. Dieses Anschluss schema wird abhängig von der Netzform auch als 3+0-Schaltung (TN-C-System) oder 4+0-Schaltung (TN-S-System) bezeichnet.

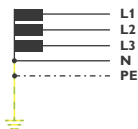
Das Anschluss schema 2 weist je einen Schutzpfad zwischen Außenleiter und Neutralleiter und einen Schutzpfad zwischen Neutralleiter und Schutzleiter auf. Dieses Anschluss schema wird auch als 3+1-Schaltung bezeichnet. In TT-Systemen ist dieses Anschluss schema vorgeschrieben und in TN-Systemen optional anwendbar.

Die 3+1-Schaltung bietet gegenüber der 4+0-Schaltung den Vorteil, dass der Schutzpegel zwischen Außenleiter und Neutralleiter deutlich niedriger ist und dadurch unter Umständen weniger SPDs eingesetzt werden müssen.

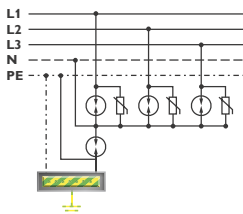
TN-S-System

Im TN-S-System darf sowohl die 4+0-Schaltung als auch die 3+1-Schaltung verwendet werden. Beispiel für eine Lösung mit kombiniertem Typ-1- und Typ-2-Ableiter in 3+1-Schaltung:

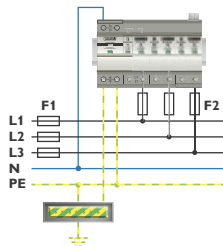
TN-S-System,
3-phasig



Stromlaufplan einer Ableiter-
kombination Typ 1 und Typ 2



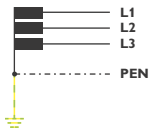
Aufbaugrafik einer Ableiter-
kombination Typ 1 und Typ 2



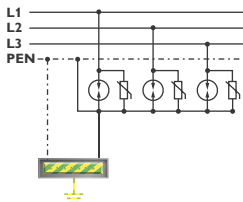
TN-C-System

Im TN-C-System kommt immer die 3+0-Schaltung zur Anwendung.

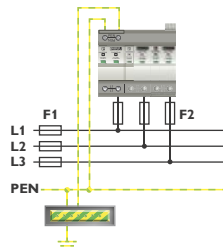
TN-C-System,
3-phasig



Stromlaufplan einer Ableiter-
kombination Typ 1 und Typ 2



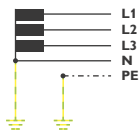
Aufbaugrafik einer Ableiter-
kombination Typ 1 und Typ 2



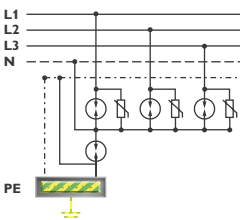
TT-System

Im TT-System darf ausschließlich die 3+1-Schaltung verwendet werden. Beispiel für eine Lösung mit kombiniertem Typ-1- und Typ-2-Ableiter in 3+1-Schaltung:

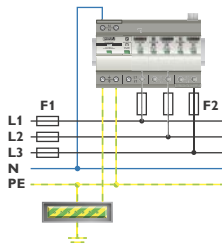
TT-System,
3-phasig



Stromlaufplan einer Ableiter-
kombination Typ 1 und Typ 2



Aufbaugrafik einer Ableiter-
kombination Typ 1 und Typ 2



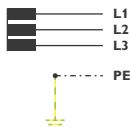
IT-System

Im IT-System sind alle aktiven Teile von Erde getrennt oder ein Punkt ist über eine Impedanz mit Erde verbunden. Die Körper der elektrischen Anlage sind entweder einzeln oder gemeinsam geerdet oder gemeinsam mit der Erdung des Systems verbunden. Die Körper der elektrischen Anlage sind aber geerdet. An der betreffenden Anlage oder dem Gebäude wird eine lokale Erdung aufgebaut. Diese Erdung dient als Hauptpotenzialausgleich. In den meisten Fällen werden diese Netze ohne Neutralleiter betrieben, d.h. es kommt eine 3+0-Schaltung zum Einsatz. International betrachtet gibt es aber auch Anwendungen, bei denen der Neutralleiter mitgeführt ist.

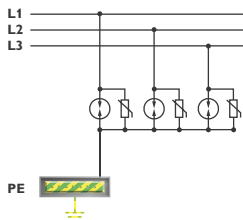
Im IT-System darf zeitlich begrenzt ein Isolationsfehler gegen Erde auftreten. Das bedeutet, wenn eine Phase einen Erdschluss hat,

wird dieser Fehler von einer Erdschlussüberwachung erkannt und gemeldet. Erst ein zweiter Erdschluss würde zum Kurzschluss zwischen zwei Phasen und dem Auslösen der entsprechenden Sicherungen führen. Über den Schutzgeräten kann also für eine gewisse Zeit die volle Außenleiterspannung anliegen. Aus dem Grund sind Schutzgeräte auszuwählen, deren höchste Nennspannung mindestens der verketteten Spannung entspricht.

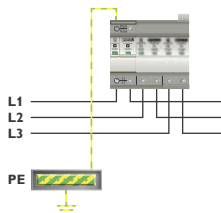
IT-System,
3-phasig



Stromlaufplan einer Ableiter-
kombination Typ 1 und Typ 2



Aufbaugrafik einer Ableiter-
kombination Typ 1 und Typ 2



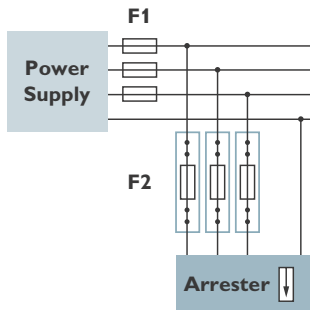
5 Installationshinweise

Um seine Schutzfunktion optimal ausüben zu können, ist bei der Installation der Überspannungsschutzeinrichtung auf einen korrekten Einbau zu achten.

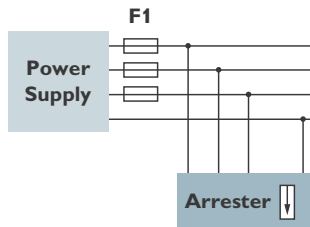
5.1 Ableitervorsicherung

Zum Schutz bei Überströmen infolge eines Fehlers an der Überspannungsschutzeinrichtung muss diese mit einer geeigneten Überstromschutzeinrichtung kombiniert werden. Bei Ableitern ohne integrierte Überstromschutzeinrichtung wird vom Hersteller der maximal zulässige Nennwert einer externen Sicherung ausgewiesen. Hat die Betriebs- und Anlagensicherung den gleichen oder

Installation mit zusätzlicher
Ableitervorsicherung



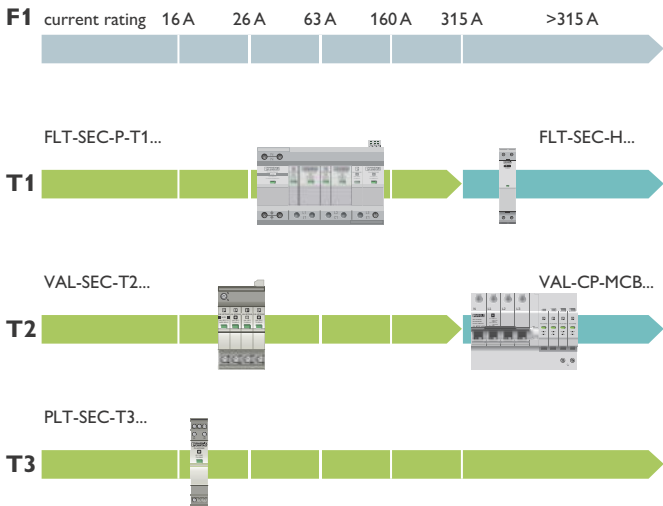
Installation direkt hinter der
Anlagenvorsicherung



einen kleineren Nennwert, kann in Abstimmung mit dem Betreiber auf eine zusätzliche Versicherung des Ableiters verzichtet werden (DIN VDE 0100-534: Vorrang der Aufrechterhaltung des Schutzes bei Überspannung).

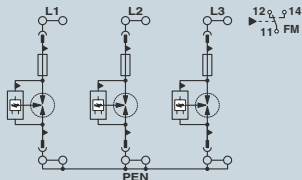
Die Installation von Überspannungsschutzeinrichtungen wird dadurch deutlich einfacher. Zusätzlich spart es Platz im Schaltschrank, Materialkosten und den zusätzlichen Installationsaufwand.

Die folgende Grafik gibt einen Überblick, bis zu welchem Nennwert der Betriebs- und Anlagensicherung die Ableiter der SEC-Familie ohne zusätzliche Sicherung eingesetzt werden können:



Versicherungsfreie Überspannungsschutzlösungen für jede Applikation

Typ-1-Ableiter mit integrierter Versicherung

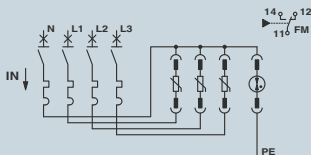


Innenschaltbild eines T1-Ableiters mit integrierter Versicherung



Produktbeispiel eines T1-Ableiters mit integrierter Versicherung

Typ-2-Ableiter mit kombinierter Versicherung



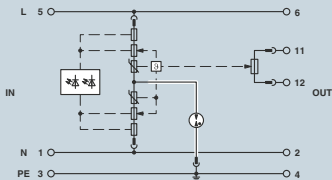
Innenschaltbild einer Kombination von MCB und Typ-2-Ableiter



Produktbeispiel einer Kombination von MCB und Typ-2-Ableiter

Dieser Ableiter steht auch in einer Ausführung zur direkten Montage auf einem 60-mm-Schienensystem zur Verfügung.

Typ-3-Ableiter mit integrierter Vorsicherung



Innenschaltbild eines T3-Ableiters mit integrierter Vorsicherung



Beispiel eines T3-Ableiters mit integrierter Vorsicherung

Anschluss parallel zum Verbraucher: keine Sicherung erforderlich.
Anschluss in Reihe zum Verbraucher: max. 25 A gG/gL Vorsicherung.

5.2 Auswirkungen von Stoßströmen auf Anschlussleitungen zum SPD

Der Stoßstrom beim Ableitvorgang verursacht auf den Anschlussleitungen der Überspannungsschutzeinrichtung einen Spannungsfall, der sich zum Schutzpegel addiert und ihn dadurch negativ beeinflusst.

Für die Entstehung des Spannungsfalls ist in erster Linie der induktive Widerstand ausschlaggebend. Der ohmsche Widerstand kann vernachlässigt werden. Den höchsten Induktivitätsbelag hat ein runder Leiter. Er ist nahezu querschnittsunabhängig und beträgt etwa $1 \mu\text{H}$ pro Meter.

Der Spannungsfall kann nach dem Induktionsgesetz wie folgt

berechnet werden:

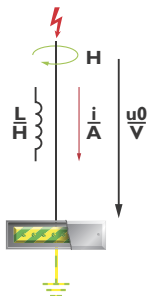
$$u_0 = (-) L \times di/dt$$

u_0 = Induzierte Spannung in V

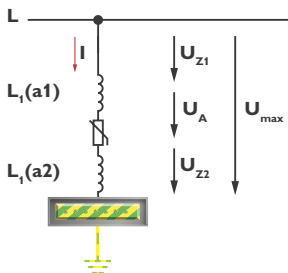
L = Induktivität in Vs/A in H

di = Stromänderung in A

dt = Zeitintervall in s



Entstehung von Induktionsspannungen in Leitungen



Zusatzspannung U_{Z1} und U_{Z2} über den Anschlussleitungen zum Schutzgerät

Die Höhe der Spannung hängt also von der Länge des Leiters und der Flankensteilheit des Impulses ab. Die höchsten Spannungen sind demnach während der ansteigenden Flanke zu erwarten.

Dazu ein Beispiel:

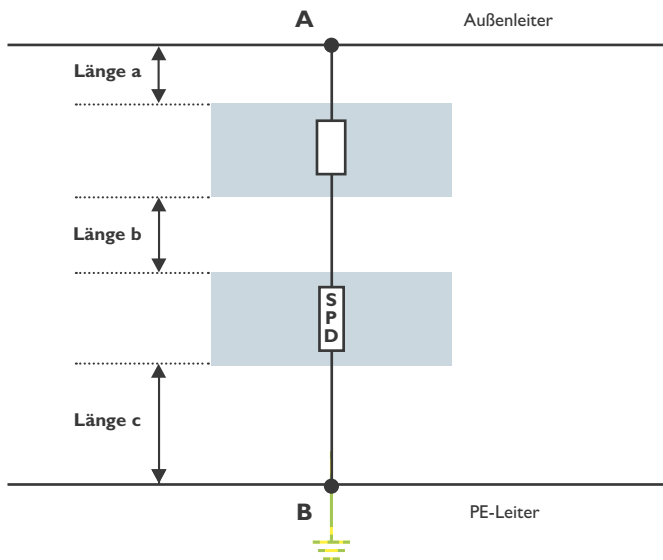
Bei einem Stoßstrom der Wellenform 8/20 μ s und einer Amplitude von 10 kA und 2 m Leitungslänge ($2 \text{ m} = 2 \mu\text{H}$) beträgt der Spannungsfall ca.:

$$u_0 = 2 \mu\text{H} \times 10 \text{ kA} / 8 \mu\text{s} = 2,5 \text{ kV}$$

Zu einem angenommenen Schutzpegel U_A von 1,5 kV addiert sich

also noch die Zusatzspannung UZ1 und UZ2 über den Anschlussleitungen in Höhe von 2,5 kV. Damit ergibt sich ein effektiver Schutzpegel $U_{\max}$ von 4 kV. Ein ausreichender Schutz ist dann in den meisten Fällen nicht mehr gegeben.

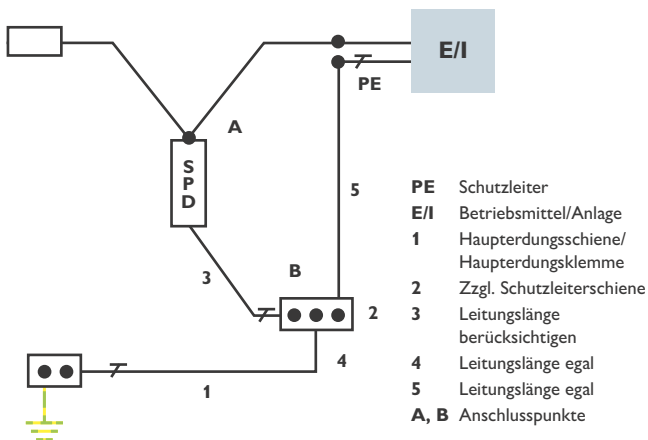
Aus diesem Grund wird in der überarbeiteten DIN VDE 0100-534 gefordert, dass die Gesamtlänge der Anschlussleitungen nicht länger als 0,5 m sein darf (Bild unten).



Länge der Anschlussleitungen

Falls diese Gesamtlänge überschritten wird, werden verschiedene Maßnahmen beschrieben, die als Alternativvarianten zu der Längenbegrenzung der Anschlussleitungen von Überspannungsschutzeinrichtungen in der praktischen Umsetzung angewendet werden müssen, um insgesamt die Aufrechterhaltung des in den Anlagen maximal zulässigen Schutzpegels U_p sicherstellen zu können.

- Einsatz eines SPDs mit niedrigerem U_p
- Zweites, koordiniertes SPD in der Nähe des zu schützenden Betriebsmittels, um so den Schutzpegel U_p an die Bemessungsstoßspannung des zu schützenden Betriebsmittels anzupassen
- SPD-Anschluss in V-Verdrahtung (siehe Bild unten)

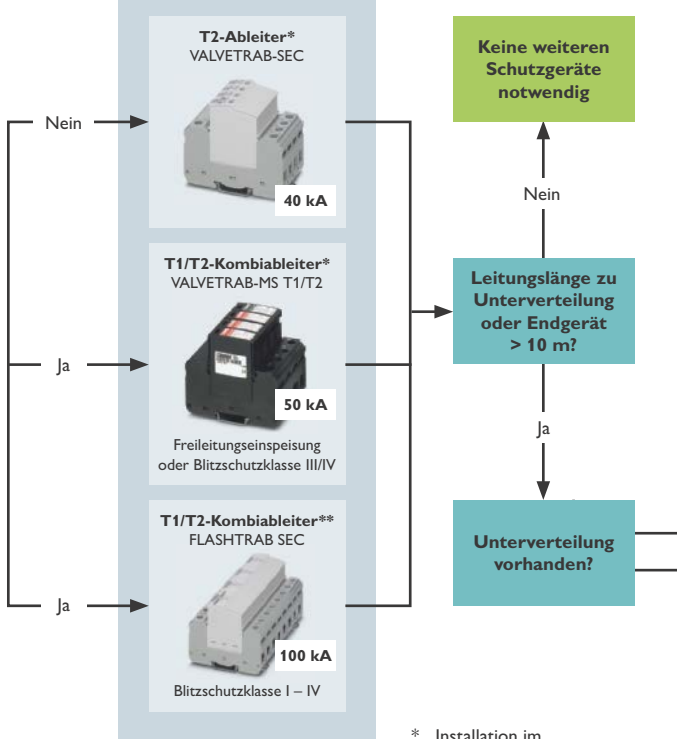


V-Verdrahtung

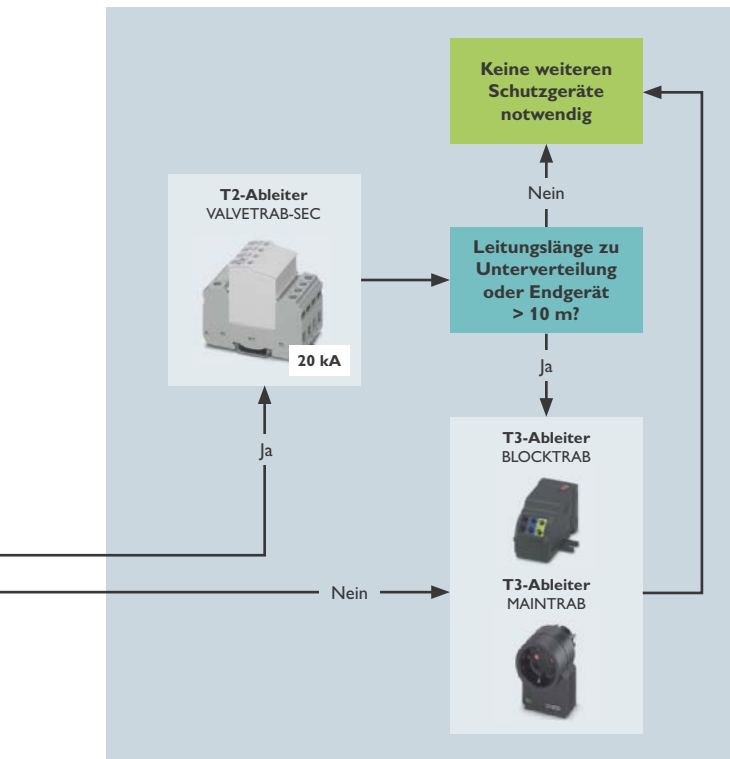
6 Auswahlhilfe Netzschutz

Anforderung gemäß VDE 0100-534
inklusive Schutz des Zählers

Freileitungseinspeisung oder äußeres Blitzschutzsystem vorhanden oder geplant?



Empfohlen gemäß VDE 0100-534



7 Normen und Richtlinien

In den verschiedenen Normen sind die Anforderungen an Installation und Sicherheit sowie die Verwendung der Produkte in den verschiedenen Applikationen im Einzelnen beschrieben.

Sicherheitsnormen für Geräte in der Informationstechnik

Einrichtungen der Informationstechnik – Sicherheit:

- Teil 1: Allgemeine Anforderungen
EN 60950-1 / IEC 60950-1 / DIN EN 60950-1 (VDE 0805-1),
UL 60950-1

Niederspannungsschaltgeräte:

- Teil 2: Leistungsschalter
EN 60947-2 / IEC 60947-2 / DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101)

Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen:

- Teil 1: Allgemeine Festlegungen
EN 61439-1 / IEC 61439-1 / DIN EN 61439-1 (VDE 0660-600-1)
- Teil 2: Energie-Schaltgerätekombinationen
EN 61439-2 / IEC 61439-2 / DIN EN 61439-2 (VDE 0660-600-2)

Allgemeine Normen zu den Themen Blitzschutz, Errichtungsbestimmungen und zur Produktauswahl von Überspannungsschutzgeräten

Blitzschutz:

- Teil 1: Allgemeine Grundsätze
EN 62305-1 IEC 62305-1 und VDE 0185-305-1
- Teil 2: Abschätzung des Schadensrisikos
EN 62305-2 / IEC 62305-2 / VDE 0185-305-2
- Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen
EN 62305-3, IEC 62305-3 und VDE 0185-305-3
- Beiblatt 5: Blitz- und Überspannungsschutz für Photovoltaik-Stromversorgungssysteme DIN EN 62305 / (VDE 0185-305-3)
- Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen
EN 62305-4 IEC 62305-4 und VDE 0185-305-4

Anwendungsgrundlagen zur Produktauswahl und technische Spezifikationen

Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung:

- Teil 12: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen
CLC/TS 61643-12 / IEC 61643-12 / DIN CLC/TS 61643-12 (VDE V 0675-6-12) „IEC-modifiziert“
- Teil 22: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Telekommunikations- und signalverarbeitenden Netzwerken
CLC/TS 61643-22 / IEC 61643-22 / DIN CLC/TS 61643-22 (VDE V 0845-3-2)

Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V:

- DIN VDE 0100 / IEC 60364

Elektrische Anlagen von Gebäuden:

- Teil 5-53: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – trennen, schalten und steuern
- Abschnitt 534: Überspannungsschutzeinrichtungen (ÜSE)
DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534) / IEC 60364-5-53 part 534

Errichten von Niederspannungsanlagen:

- Teil 4: Schutzmaßnahmen, Kapitel 44: Schutz bei Überspannungen
DIN VDE 0100-443 / IEC 60364-4-44 part 443

Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V:

- Teil 540: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel, Erdung, Schutzleiter und Potenzialausgleichsleiter
DIN VDE 0100-540 / IEC 60364-5-54 part 540
- Teil 4: Schutzmaßnahmen, Kapitel 41:
Schutz gegen elektrischen Schlag
DIN VDE 0100-410 / IEC 60364-4-41 part 410

Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen:

- Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen
EN 60664-1 / IEC 60664-1 / DIN EN 60664-1 (VDE 0110-1)

Elektrische Anlagen von Gebäuden:

- Teil 7-712: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art
DIN VDE 0100-712 / IEC 60364-7-712

Produktnormen für Überspannungsschutzgeräte

Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung:

- Teil 11: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen – Anforderungen und Prüfungen
EN 61643-11 + A11 / IEC 61643-1* / DIN EN 61643-11 (VDE 0675-6-11)* Neu: IEC 61643-11:2011
- Teil 21: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Telekommunikations- und signalverarbeitenden Netzwerken – Leistungsanforderungen und Prüfverfahren
EN 61643-21 / IEC 61643-21 / DIN EN 61643-21 (VDE 0845-3-1)

Surge Protective Devices: UL 1449 3rd Edition

Überspannungsschutzgeräte für besondere Anwendungen einschließlich Gleichspannung:

- Teil 11: Anforderungen und Prüfungen – Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Photovoltaikinstallationen prEN 50539-11

Elektrische Betriebsmittel für den Einsatz unter besonderen Bedingungen – elektrische Anlagen für explosionsgefährdete Bereiche

Explosionsfähige Atmosphäre:

- Teil 0: Geräte – Allgemeine Anforderungen
EN 60079-0 / IEC 60079-0 / DIN EN 60079-0 (VDE 0170-1)
- Teil 1: Geräteschutz durch druckfeste Kapselung „d“
EN 60079-1 / IEC 60079-1 / DIN EN 60079-1 (VDE 0170-5)
- Teil 7: Geräteschutz durch erhöhte Sicherheit „e“
EN 60079-7 / IEC 60079-7 / DIN EN 60079-7 (VDE 0170-6)
- Teil 11: Geräteschutz durch Eigensicherheit „i“
EN 60079-11 / IEC 60079-11 / DIN EN 60079-11 (VDE 0170-7)

Klassifizierung von Überspannungsableitern

Überspannungsschutzgeräte sind Betriebsmittel, deren wesentliche Komponenten Varistoren, Suppressordioden oder Funkenstrecken sind. Überspannungsschutzgeräte dienen dazu, andere elektrische Betriebsmittel und elektrische Anlagen gegen unzulässig hohe Überspannungen zu schützen und den Potenzialausgleich herzustellen.

Überspannungsschutzgeräte werden nach ihrer Anwendung und ihrer Schutzfunktion eingeteilt:

Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen bis 1000 V Nennspannung: Es sind die nationalen Errichtungsbestimmungen für Niederspannungsanlagen für die Produktauswahl und den Einbau zu berücksichtigen, wie die IEC 60634-5-53 Teil 534 bzw. VDE 0100 Teil 534. Produktstandard ist die EN(IEC) 61643-11. Hiernach werden die Geräte in drei Ableiterprüfklassen unterteilt:

- **Typ 1:**

Blitzstromableiter für Beeinflussungen infolge von Direkt- oder Naheinschlägen zum Schutz der Installation und von Betriebsmitteln an den Schnittstellen zwischen den Blitzschutz-zonen LPZ 0_A und 1 (Gebäudeeinspeisung). Ableiter Typ 1 sind in jedem Fall erforderlich, wenn das Gebäude eine äußere Blitzschutzanlage hat.

- **Typ 2:**

Überspannungsableiter für Beeinflussungen infolge von Fern-einschlägen, induktiven oder kapazitiven Einkopplungen sowie Schaltüberspannungen zum Schutz der Installation, von Betriebsmitteln und Endgeräten an den Schnittstellen zwischen den Blitzschutz-zonen LPZ 0_B und 1 und zwischen den Blitzschutz-zonen LPZ 1 und 2 (Haupt- und Unterverteilungen).

- **Typ 3:**

Zusätzlicher Überspannungsableiter zum Schutz von besonders empfindlichen Endgeräten in der Blitzschutzzone 1 oder 2, um die Spannungspegel noch weiter zu reduzieren. Dies können Geräte für die Festinstallation in den Verteilungen sein oder ortsveränderliche Schutzgeräte im Bereich der Steckdose direkt vor dem zu schützenden Endgerät.

Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Telekommunikations- und signalverarbeitenden Netzwerken zum Schutz gegen indirekte und direkte Auswirkungen von Blitzeinschlägen und anderen transienten Überspannungen. Hierzu zählen auch Niederspannungsdatensysteme, Mess-, Steuerungs- und Regelstromkreise und Sprachübertragungsnetze mit Nennspannungen bis 1000 V Wechselspannung und 1500 V Gleichspannung.

Produktstandard ist die EN 61643-21 VDE 0845 Teil 3-1. Hiernach werden die Geräte in Kategorien A1, A2, B1, B2, B3, C1, C2, C3 und D1, D2 unterteilt, um die Prüfanforderungen und Leistungsklassen festzulegen. Ein Schutzgerät kann für verschiedene Kategorien und Leistungsklassen gekennzeichnet und geprüft sein.

Allgemeine Informationen sind im Application Guide IEC (TS) 61643-22 zu finden. Ergänzende Informationen bieten die Teile der VDE 0800... und der VDE 0845... . Weitere nationale Bestimmungen sind zu berücksichtigen.

8 Glossar

Ableiter

Betriebsmittel, das im Wesentlichen aus spannungsabhängigen Widerständen bzw. Funkenstrecken besteht. Beide Elemente können in Reihe oder parallel geschaltet sein oder auch einzeln verwendet werden. Ableiter dienen dazu, andere elektrische Betriebsmittel und elektrische Anlagen gegen unzulässig hohe Überspannungen zu schützen.

Abtrennvorrichtung

Vorrichtung, die das Überspannungsschutzgerät im Fall eines Versagens vom Netz trennt. Sie soll einen dauerhaften Fehler im System durch den defekten Überspannungsableiter verhindern und eine optische Anzeige des fehlerhaften Überspannungsschutzgeräts geben.

Aktive Teile

Aktive Teile sind Leiter und leitfähige Teile der Betriebsmittel, die unter ungestörten Betriebsbedingungen unter Spannungen stehen.

Alterung

Die Veränderung der ursprünglichen Leistungsdaten, verursacht durch Störimpulse, den Betrieb oder durch ungünstige Umgebungsbedingungen.

Ansprechen

Als Ansprechen gilt, wenn entweder der Scheitelwert der ohmschen Komponente des Stroms durch den Ableiter 5 mA erreicht, oder ein Spannungseinbruch mit Ansteigen des Scheitelwerts des Stroms durch den Ableiter auf 5 mA erfolgt.

Ansprechstoßspannung 1,2/50 μ s

Höchster Spannungswert vor dem Durchschlag zwischen den Elektroden der Funkenstrecke eines Überspannungsschutzgeräts.

Anstiegsgeschwindigkeit

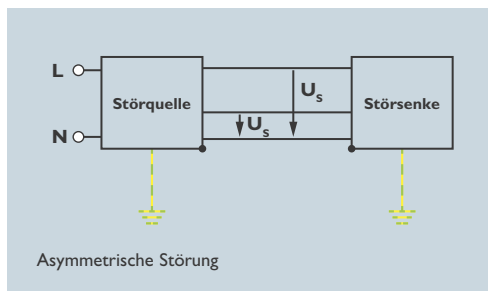
Mittlere Änderungsgeschwindigkeit einer Größe zwischen zwei bestimmten Werten, z. B. 10 % und 90 % des Spitzenwerts.

Asymmetrische Spannung

Gleichtaktspannung (engl. common mode voltage, asymmetrical voltage), mittlere Zeigerspannung zwischen jedem Leiter und einem festgelegten Bezugspunkt, üblicherweise Bezugserde oder Masse.

Asymmetrische Störung

Asymmetrisch heißt, dass Störquelle und Störsenke erdbezogen sind – es besteht eine kapazitive oder galvanische Verbindung zum Schutzleiter. Wie im Bild dargestellt, wandert die Störung von der Störquelle auf beiden Leitern in Richtung Störsenke und über die Erde zurück. Häufig werden auch die Begriffe „Gleichtaktstörung“ oder „common mode“ verwendet.



Bezugserde

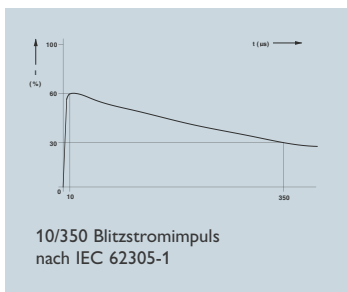
Ein Bereich der Erde, insbesondere der Erdoberfläche, der von den zugehörigen Erden so weit entfernt ist, dass als Folge des Stromeintritts in die Erde keine merklichen Spannungen zwischen beliebigen Punkten dieses Bereichs auftreten.

Blitzüberspannung

Überspannung aufgrund einer Blitzentladung.

Blitzprüfstrom

Der (10/350)µs-Blitzprüfstrom hat eine Stirnzeit von 10 µs und eine Rückenhalbwertzeit von 350 µs.



Blitzstoßstrom I_{imp}

Blitzstoßströme sind durch die Wirkungsparameter Scheitelwert, Ladung, spezifische Energie und Stromsteilheit charakterisiert. Der Blitzstoßstrom I_{imp} ist ein Maß für das Ableitvermögen von Blitzstromableitern (Klasse I). Er wird bestimmt nach einem definierten Prüfablauf unter Verwendung von Prüfimpulsen der Kurvenform 10/350 µs.

Burst

In einem bestimmten Zeitintervall wiederholt auftretende Impulse.

Direkt- oder Naheinschläge

Verursachen Überspannungen mit einem Energieinhalt, der einen erheblichen Teil der Gesamtenergie der Blitzentladung darstellt.

Eigensichere elektrische Betriebsmittel

Ein elektrisches Betriebsmittel, in dem alle Stromkreise eigensicher sind.

Eigensicherer Stromkreis

Ein Stromkreis, in dem weder ein Funke noch ein thermischer Effekt eine Zündung einer bestimmten explosionsfähigen Atmosphäre verursachen kann.

Einfügungsdämpfung

Zur Bestimmung der Einfügungsdämpfung eines Überspannungsschutzgeräts werden das Netz und die Frequenz vorgegeben. Der Dämpfungswert wird als Verhältnis der Spannungen definiert, die unmittelbar hinter dem Einfügungspunkt vor und nach dem Einfügen des zu prüfenden Überspannungsschutzgeräts auftreten. Das Ergebnis wird in Dezibel ausgedrückt.

Elektromagnetische Beeinflussung

Durch eine elektromagnetische Störgröße verursachter Qualitätsverlust des Betriebsverhaltens, z. B. eine Fehlfunktion oder der Ausfall eines elektrischen oder elektronischen Betriebsmittels.

Elektromagnetische Umgebung

Gesamtheit der elektromagnetischen Phänomene an einem gegebenen Ort.

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Fähigkeit einer Einrichtung oder eines Systems, in seiner elektromagnetischen Umgebung befriedigend zu funktionieren, ohne unannehmbare elektromagnetische Störgrößen für andere Einrichtungen in diese Umgebung einzubringen.

Entladung statischer Elektrizität, elektrostatische Entladung (ESD)

Übertragung elektrischer Ladung zwischen Körpern verschiedenen elektrostatischen Potentials bei deren Annäherung oder Berührung.

Entstörung

Maßnahme, die auftretende elektromagnetische Störgrößen verringert oder vermeidet.

Erde

Bezeichnung für das Erdreich und für den Erdboden.

Erden

Erden heißt, einen elektrisch leitfähigen Teil, z. B. die Blitzschutzanlage, über eine Erdungsanlage mit der Erde zu verbinden.

Erder

Ein Leiter, der in die Erde eingebettet ist und mit ihr in elektrisch leitender Verbindung steht. Teile von Zuleitungen zu einem Erder, die unisoliert in der Erde liegen, gelten als Teile des Erders.

Erdung

Erdung ist die Gesamtheit aller Mittel und Maßnahmen zum Erden.

Erdungsleiter

Ist ein Leiter, der ein zu erdendes Betriebsmittel mit einem Erder verbindet, soweit der Erdungsleiter außerhalb der Erde oder isoliert in der Erde verlegt ist.

Erdungswiderstand

Der Widerstand zwischen der Erdungsanlage und der Bezugserde. Der Betrag des Erdungswiderstands ergibt sich aus dem Zusammenwirken der einzelnen Erder.

Fachkraft

Als Fachkraft (Fachmann) gilt, wer aufgrund seiner fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen die ihm übertragenen Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen kann.

Anmerkung: Zur Beurteilung der fachlichen Ausbildung kann auch eine mehrjährige Tätigkeit auf dem betreffenden Arbeitsgebiet herangezogen werden.

Ferneinschläge

Verursachen Überspannungen mit einem in der Regel wesentlich geringeren Energieinhalt als Naheinschläge. Ferneinschläge sind ursächlich für das Auftreten von Überspannungen in elektrischen und elektronischen Systemen verantwortlich.

FI-Schutzschalter (RCD)

FI-Schutzschalter sind Schalteinrichtungen, die elektrische Systeme vom Versorgungssystem trennen, sobald der Fehlerstrom gegen Erde einen bestimmten Wert überschreitet.

Folgestrom I

Strom, der nach einem Ableitvorgang durch das Überspannungsschutzgerät fließt und vom Netz geliefert wird. Der Folgestrom unterscheidet sich deutlich vom Dauerbetriebsstrom.

Gasentladungsableiter

Der Gasentladungsableiter ist eine Entladungsstrecke mit einem anderen Füllgas als Luft, im Allgemeinen einem Edelgas.

Gleitentladungsableiter

Der Gleitentladungsableiter ist gemäß DIN VDE 0845 Teil 1 eine Entladungsstrecke, bei der die Gasentladung durch Gleitentladung eingeleitet wird.

Höchste Dauerspannung UC

Die Bemessungsspannung ist der höchstzulässige Effektivwert der betriebsfrequenten Wechselfspannung, der dauernd an den Schutzpfaden des Ableiters angelegt werden darf.

Impulspaket, Impulsbündel (Burst)

Folge einer begrenzten Anzahl von Impulsen oder Schwingungen von begrenzter Dauer.

Impuls

Sprunghafte, kurzzeitige Änderung einer physikalischen Größe, gefolgt von einer schnellen Rückkehr zum ursprünglichen Wert.

Inaktive Teile

Inaktive Teile sind leitfähige Teile, die von allen aktiven Teilen durch Basisisolierung elektrisch getrennt sind.

Isolationskoordination

Die Zuordnung der Kenngrößen der Isolation eines Betriebsmittels zu:

- Erwarteten Überspannungen
- Kenngrößen der Überspannungsschutzvorkehrung
- Erwarteten Umgebungsbedingungen
- Schutzmaßnahmen gegen Verschmutzung

Kopplung

Wechselwirkung zwischen Stromkreisen, bei der Energie von einem Kreis auf den anderen kapazitiv, induktiv oder galvanisch übertragen wird.

Kurzschlussfestigkeit

Höchster unbeeinflusster Kurzschlussstrom, dem das Überspannungsschutzgerät standhalten kann.

Längsspannung

Die Längsspannung ist die im Beeinflussungsfall zwischen aktiven Leitern und Erde auftretende Spannung.

Lichtbogen-Brennspannung U

Die Bogenbrennspannung ist der Augenblickswert der Spannung an einer Entladungsstrecke (Bogenentladung) während eines Ableitvorgangs.

Nadelimpuls (Spike)

Einfach gerichteter Impuls von relativ kurzer Dauer.

Näherungen

Näherung ist ein zu geringer Abstand zwischen Blitzschutzanlage

und metallenen Installationen oder elektrischer Anlagen, bei der die Gefahr eines Über- oder Durchschlags bei Blitzeinschlag besteht.

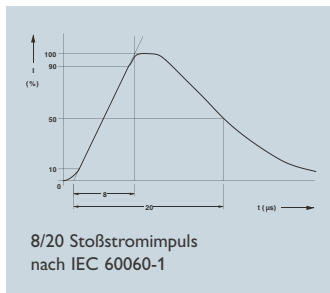
Näherungsspannung

Die Näherungsspannung ist die bei einem Blitzeinschlag in die Blitzschutzanlage an der Näherungsstelle auftretende Spannung.

Nennableitstoßstrom I_n

Scheitelwert des durch das Überspannungsschutzgerät fließenden Stroms mit der Impulsform (8/20) μs . Er wird für die Klassifizierung der Prüfung von Überspannungsschutzgeräten nach Klasse II benutzt.

Quelle: EN 61643-11



Nennspannung U_N

Ein geeigneter gerundeter Spannungswert, der vom Hersteller für ein Betriebsmittel zur Bezeichnung oder Identifizierung angegeben wird.

Nennstrom I_N oder Laststrom I_L

Höchster Dauerstrom bei Produkten nach IEC 61643, der bei der angegebenen Temperatur durch das Überspannungsschutzgerät fließen kann, ohne dass sich die elektrischen Betriebseigenschaften verändern. Für höhere Betriebstemperaturen ist der Nennstrom geringer (Derating).

Potenzialausgleich

Das Beseitigen von Potenzialunterschieden zwischen leitfähigen Teilen, wobei alle Punkte annähernd gleiches Potenzial annehmen. Es wird unterschieden zwischen Funktionspotenzialausgleich und Schutzpotenzialausgleich.

Potenzialausgleichsanlage

Die Gesamtheit miteinander verbundener Potenzialausgleichsleiter einschließlich der in gleicher Weise wirkenden leitfähigen Teile, wie z. B. Gehäuse oder fremde leitfähige Teile.

Die Potenzialausgleichsanlage kann gleichzeitig Erdungsanlage oder Teil einer Erdungsanlage sein.

Potenzialausgleichsschiene

Die Schiene, die vorgesehen ist, Schutzleiter, Potenzialausgleichsleiter und ggf. Leiter für die Funktionserdung mit dem Erdungsleiter und den Erden zu verbinden.

Potenzialausgleichsleiter

Zum Herstellen des Potenzialausgleichs dienende, elektrisch leitende Verbindungen.

Querspannung

Die im Beeinflussungsfall zwischen zwei Leitern eines Stromkreises auftretende Spannung.

Restspannung U

Der Scheitelwert der Spannung, die über den Klemmen des Überspannungsschutzgeräts während des Fließens des Ableitstoßstroms auftritt.

Quelle: EN 61643-11:2002

Schaltüberspannung

Überspannung aufgrund eines Schaltvorgangs.

Schutzpegel U_p

Ein Parameter, der die Leistungsfähigkeit des Überspannungsschutzgeräts bezüglich der Spannungsbegrenzung über seinen Anschlussklemmen kennzeichnet. Dieser vom Hersteller anzugebende Wert muss größer als der höchste gemessene Wert der Begrenzungsspannungen sein.

Schutzpfade

Die spannungsbegrenzenden oder schaltenden Bauteile des Überspannungsschutzgeräts können zwischen Leiter-Leiter, Leiter-Erde, Leiter-Neutralleiter sowie Neutralleiter-Erde geschaltet sein oder auch eine Kombination dieser Möglichkeiten darstellen. Diese Schaltungsarten werden als Schutzpfade bezeichnet.

Selektive FI-Schutzschalter

Selektive FI-Schutzschalter sind Schutzschalter, die zeitlich verzögert sind.

Stehstoßspannung U_{st}

Der größte Wert der höchsten Stoßspannung von vorgeschriebener Form und Polarität, welcher unter vorgegebenen Prüfbedingungen zu keinem Durchschlag führt.

Anmerkung: Die Stehstoßspannung ist gleich der oder größer als die Bemessungsstoßspannung.

Stehwechselspannung

Der Effektivwert der höchsten sinusförmigen Spannung bei Netzfrequenz, welcher unter vorgegeben Prüfbedingungen zu keinem Durchschlag führt.

Störgröße

Die Störgröße ist eine elektromagnetische (auch elektrische oder magnetische) Größe, die in einer elektrischen Einrichtung eine unerwünschte Beeinflussung hervorrufen kann.

Störquelle

Eine Störquelle ist der Ursprung von Störgrößen. Prinzipiell stellt jede elektrische Einrichtung, wie z. B. Motoren und Leuchtstofflampen, eine Störquelle dar.

Störsenke

Die Störsenke ist eine elektrische Einrichtung, deren Funktion durch Störgrößen beeinflusst werden kann. Die Beeinflussung der Funktion drückt sich durch Funktionsstörung, Funktionsminderung, Fehlfunktion oder Funktionsausfall aus.

Störspannung symmetrisch

Störspannung zwischen zwei Adern einer Leitung (z. B. Doppelleitung) bzw. zwischen zwei Anschlussstellen einer elektrischen Einrichtung für eine solche Leitung.

Stoßspannung (1,2/50) μ s

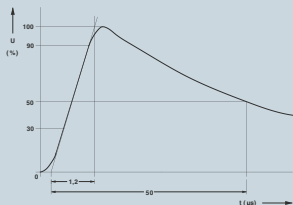
Stoßspannung mit einer Stirnzeit von 1,2 μ s und einer Rückenhalbwertzeit von 50 μ s.

Quelle: IEC 60060-1

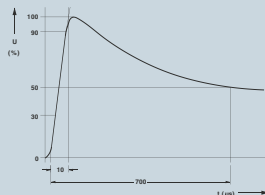
Stoßstrom (10/350) μ s

Stoßstrom mit einer Stirnzeit von 10 μ s und einer Rückenhalbwertzeit von 350 μ s.

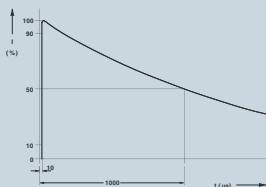
Quelle: IEC 62305-1



1,2/50 Stoßspannungsimpuls
nach IEC 60060-1



10/700 Stoßspannungsimpuls
nach ITU-TK44



10/1000 Stoßstromimpuls
nach IEEE C62.41.1

Stoßstrom (8/20) μs

Stoßstrom mit einer Stirnzeit von 8 μs und eine Rückenhalfwertzeit von 20 μs .

Quelle: IEC 60060-1

Symmetrische Spannung

Gegentaktspannung (engl. differential mode voltage, asymmetrical voltage), Spannung zwischen jeweils zwei aktiven Leitern aus einer festgelegten Gruppe.

Symmetrische Störung

Wie im Bild dargestellt, wandert die Störgröße von der Störquelle auf dem einen Leiter in Richtung Störsenke und auf dem anderen Leiter zurück. Häufig werden auch die Begriffe Gegentaktstörung oder differential mode verwendet.

Temperaturbereich

Bereich zwischen minimaler und maximaler Temperatur, die am bzw. im Gehäuse entstehen darf. Bei Geräten ohne Eigenerwärmung ist diese Angabe gleich der zulässigen Umgebungstemperatur. Bei Geräten mit Eigenerwärmung sind es die maximalen Temperaturen, die im Betriebsfall am bzw. im Gerät entstehen dürfen.

Transiente

Nichtperiodische und relativ kurze positive bzw. negative Spannungs- oder Stromänderung zwischen zwei stationären Zuständen.

Überspannung

Jede Spannung mit einem Scheitelwert, der den entsprechenden Scheitelwert der höchsten Dauerspannung bei normalen Betriebsbedingungen überschreitet.

Quelle: EN 60664-1

Überspannungskategorie

Zuordnung eines elektrischen Betriebsmittels zu der erwarteten Überspannung.

Überspannungsschutzeinrichtungen (ÜSE)

Überspannungsschutzeinrichtungen sind Überspannungsschutzgeräte sowie sämtliche Einrichtungen in Fernmeldeanlagen einschließlich deren Leitungen, die dem Überspannungsschutz dienen.

Überspannungsschutzgerät (ÜSG)

(Engl. Surge Protection Device, SPD)

Ein Gerät, das dazu bestimmt ist, transiente Überspannungen zu begrenzen und Stoßströme abzuleiten. Es enthält mindestens eine nichtlineare, spannungsbegrenzende Komponente.

Umgebungsbedingung

Die für das Gerät oder die jeweils betrachtete Luft- oder Kriechstrecke maßgebenden, unmittelbaren Umgebungsbedingungen.

Varistoren

Der Varistor ist ein bipolarer, nichtlinearer Widerstand mit symmetrischer Spannungs-Stromkennlinie, dessen Widerstandswert mit steigender Spannung abnimmt.

Zu schützendes Volumen

Das Volumen einer baulichen Anlage oder ein Bereich, für den Überspannungs- bzw. Blitzschutz gefordert wird.

Zugehöriges elektrisches Betriebsmittel

Ein elektrisches Betriebsmittel, in dem nicht alle Stromkreise eigensicher sind, das aber Stromkreise enthält, welche die Sicherheit von eigensicheren Stromkreisen, an die sie angeschlossen sind, beeinflussen können.

9 Links und weitere Informationen

Ihre Ansprechpartner

Für alle Fragen rund um den Überspannungsschutz stehen Ihnen kompetente Ansprechpartner zur Verfügung.

Sie benötigen ein abgestimmtes Gesamtkonzept für Ihre Anlage oder Ihren Kunden? Sie suchen ein passendes Produkt für eine ungewöhnliche Applikation? Sie brauchen Tipps zur normgerechten Installation von Überspannungsschutzgeräten?

Egal, welche Frage Sie haben, wir haben die Antwort!

Experten-Hotline Überspannungsschutz:

Telefon: (0 52 35) 34 36 54

Sicher vor Überspannungen

Verschaffen Sie sich bei der Beratung Ihrer Kunden einen Wissensvorsprung und nutzen Sie dafür unsere Seminare und E-Learnings, unsere Produktauswahl und Planungshilfe und stöbern Sie in unseren Applikationsbeispielen.

Weitere Informationen finden Sie auf unserer Webseite:
phoenixcontact.de/ueschutz



Die App für blitzsichere Lösungen

Auf unterhaltsame Weise informieren Sie sich als Bauherr oder Installateur in dieser App über das Thema Überspannungsschutz. Sie schützen spielerisch ein Gebäude mit Überspannungsschutz und beobachten, wie sich der Status des geplanten Schutzes verändert. Sie erstellen Ihre persönliche Schutzliste und schicken die Produktauswahl an Ihren Elektroinstallateur oder Ihren Kunden – einfach per E-Mail.



Unsere Auswahlhifen

Unsere Konfiguratoren aus dem Bereich Überspannungsschutz unterstützen Sie dabei, das richtige Produkt beziehungsweise die richtige Lösung für Ihre Applikation zu finden. Nutzen Sie dieses Angebot auf unserer Website.

Mit dem folgenden Link gelangen Sie direkt zu den Lösungskonfiguratoren für die Gebäudeinstallation:
phoenixcontact.de/auswahl



Abonnieren Sie unseren Newsletter

In regelmäßiger Folge informieren wir Sie über Veranstaltungen und Produktneuheiten, die für das Elektrohandwerk interessant sind. Außerdem greifen wir häufig gestellte Fragen auf, um sie in kurzen Fachbeiträgen zu beantworten. So festigen Sie Ihr Grundlagenwissen und sind immer auf dem Laufenden.

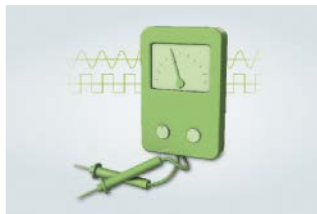
Rechtzeitig vor Messen und Seminaren werden wir Sie an die Termine erinnern, damit Sie nichts mehr verpassen.

Hier können Sie den Newsletter für Elektroinstallateure abonnieren: phoenixcontact.de/newsletter

Basiswissen Überspannungsschutz für die Mess-, Steuer- und Regelanlagen

Wie entstehen transiente Überspannungen und welche Auswirkungen haben sie? Wie ist ein wirkungsvolles Überspannungsschutzkonzept aufgebaut? Welche Technologie verbirgt sich hinter dem Schutzkonzept und in den Produkten? Worauf ist bei der Installation zu achten insbesondere beim Schutz für Schnittstellen der Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik?

Die Antworten auf diese und weitere Fragen liefern wir Ihnen in unserer Broschüre Basiswissen Überspannungsschutz.





© 2017

PHOENIX CONTACT Deutschland GmbH

Flachsmarktstraße 8

32825 Blomberg, Deutschland

2. Auflage 2017

PHOENIX CONTACT Deutschland GmbH
Flachsmarktstraße 8
32825 Blomberg, Deutschland
Tel.: +49 5235 3-12000
Fax: +49 5235 3-12999
E-Mail: info@phoenixcontact.de
phoenixcontact.de

Printed in Germany
© PHOENIX CONTACT 2017

PXD08-17.000L2
MNR 52007284/2017-10-01/01



INSPIRING INNOVATIONS