

Grundsätze des Überspannungsschutzes

E. Hering, Dresden

Die Vornorm VDE V 0100-534:1999-04 für Auswahl und Errichtung von Überspannungs-Schutzeinrichtungen (nachstehend kurz „ÜSE“ genannt) wird demnächst durch eine reguläre Norm abgelöst werden. Für deren Erläuterung wird im ep ein Beitrag erscheinen. Darauf wird hier vorbereitet.

1 Bedeutung von Blitz- und Überspannungsschutz

Sowohl im gewerblichen als auch im privaten Bereich steigt die Anzahl der fest und der über Steckvorrichtungen mit der elektrischen Anlage verbundenen Betriebsmittel, die besonders empfindlich gegen Überspannungen sind. Dadurch hat der Überspannungsschutz zunehmende Bedeutung. Er wird auch dadurch gefördert, dass in letzter Zeit der technische Stand der für ihn bestimmten Geräte erhebliche Fortschritte gemacht hat, insbesondere was die Kennwerte sowie die Einbau- und Anschlussmöglichkeiten anbelangt.

Auch der Blitzschutz wirkt in diesem Sinne. Das bedeutet jedoch nicht, dass er den Überspannungsschutz überflüssig machen kann. Vielmehr ergänzen der Blitzschutz und der eigentliche Überspannungsschutz einander. Für bestimmte Objekte ist der Blitzschutz vorgeschrieben. Für andere wird sein Erfordernis auf der Basis einer Risikoanalyse ermittelt. Wenn das Risiko der Schäden bei einem Direkteinschlag des Blitzes in ein Gebäude zulässig und tragbar ist, kann auf den Blitzschutz verzichtet werden. Dagegen ist der Überspannungsschutz immer erforderlich.

Übrigens sind Bestandteile des inneren Blitzschutzes zugleich Bestandteile des Überspannungsschutzes. Das betrifft u. a. den Blitzschutz-Potentialausgleich, d. h. die Verbindung des äußeren Blitzschutzes mit dem Potentialausgleichssystem der elektrischen Anlage sowie mit metallenen Rohrleitungen und Bauteilen. Zum Blitzschutz-Potentialausgleich gehören auch die Verbindungen mit den aktiven Leitern (Außenleiter und Neutralleiter) über Blitzstromableiter (ÜSE Typ 1).

Zur Erzielung der erforderlichen Wirksamkeit des Überspannungsschutzes ist es unerlässlich, diesen schon bei der Planung und Errichtung der elektrischen Anlagen einschließlich der Festlegung der Einführungsstellen der Versorgungsleitungen zu berücksichtigen. Er kann ein nützliches Betätigungsfeld für Anlagenplaner und -errichter sein.

Autor

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

2 Begriffe für den Überspannungsschutz

Ein Begriff ist die Einheit von Ausdruck (Wort oder Gruppe zusammengehörender Wörter) und deren Bedeutung. Die Bedeutungen der Termini (Fachausdrücke) sind durch Tradition oder Definitionen (z. B. in Normen und Veröffentlichungen) festgelegt. In Tafel 1 werden einige der in Normen, in Katalogen und im angekündigten Beitrag benutzten Termini und deren Definitionen angegeben.

3 Prinzip des Überspannungsschutzes

Der umfassende Überspannungsschutz für Starkstromanlagen besteht aus ÜSE Typ 1 („Grob-schutz“), ÜSE Typ 2 („Mittelschutz“) und

ÜSE Typ 3 („Feinschutz“), etwa gemäß Bild 1. Diese Reihenfolge entspricht der Richtung von der Hauseinführung zu den Verbrauchsgeräten. Die ÜSE müssen untereinander nach den Angaben der Hersteller koordiniert sein. Mit den genannten ÜSE werden die Stoßspannungen und Stoßströme stufenweise reduziert.

Die Schutzpfade der ÜSE Typ 1 (Blitzstromableiter) werden durch Funkenstrecken gebildet, die imstande sind, große Teilblitzströme abzuleiten. Die ÜSE Typ 2 und Typ 3 enthalten Varistoren und können zumindest die Stoßspannungen herabsetzen, die von den ÜSE Typ 1 nicht beseitigt wurden, von Schaltvorgängen herrühren oder durch Magnetfelder in die Leitungen induziert werden. Die Schutzpfade der ÜSE sind auch an die aktiven (betriebsmäßig unter Spannung stehenden) Leiter angeschlossen. Dadurch werden diese in den Blitzschutz-Potentialausgleich einbezogen, zumindest bei den ÜSE Typ 1.

Der Überspannungsschutz der informationstechnischen Anlagen wird analog gestaltet. Allerdings werden dafür andere ÜSE eingesetzt. Weitere Bestandteile des Überspannungsschutzes können Schirmungen sein.

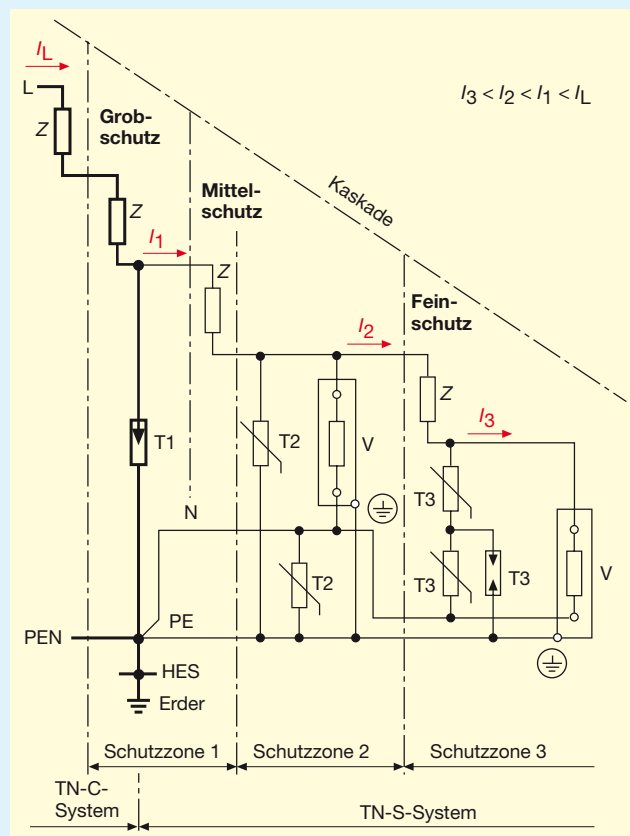
4 Blitzschutz-zonen und Schirmungen

Bei Ausstattung des Gebäudes mit einer Blitzschutzanlage wird die Anwendung des so genannten Blitzschutz-zonen-Konzeptes gefor-

1 Ein Pol des umfassenden Überspannungsschutzes im TN-C-S-System

HES Haupterdungsschiene (Potentialausgleichsschiene); **T1** ÜSE Typ 1; **T2** ÜSE Typ 2; **T3** ÜSE Typ 3; **V** Verbrauchsgeräte; **Z** Entkopplungs-impedanzen

Die Widerstände von PEN-, Neutral- und Schutzleiter wurden der Übersichtlichkeit wegen nicht mit dargestellt; sie werden als in den Widerständen der Außenleiter mit enthalten gedacht. Ferner wurde auf die Darstellung der Überspannungs-Schutzeinrichtungen verzichtet. Die Richtung der Strompfeile bedeutet nicht die Stromrichtung, sondern die Fortpflanzungsrichtung der Stoßströme und -spannungen.



Tafel 1 In Normen, in Katalogen und im angekündigten Beitrag benutzte Termini und deren Definitionen

Anschlusschema ist die Schaltung für die Verbindung der Schutzpfade mit den Leitern der Starkstromanlage.

Bemessungsstehstoßspannung ist die vom Hersteller angegebene Stoßspannung der Wellenform 1,2/50 μ s, der das Betriebsmittel bei festgelegten Bedingungen ohne Überschlag standhält.

Blitzstoßstromableitvermögen I_{imp} ist der Scheitelwert des Stoßstroms mit der Wellenform 10/350 μ s, den die ÜSE mehrmals zerstörungsfrei ableiten kann.

Dauerspannung U_c ist die maximal zulässige dauernde Betriebsspannung.

Haupterdungsschiene ist der neue Terminus für Potentialausgleichsschiene ([1], Abschn. 826-13-15).

Maximaler Ableitstoßstrom I_{max} ist der maximale Scheitelwert des Stoßstroms mit der Wellenform 8/20 μ s, den die ÜSE sicher ableiten kann.

Nennableitstoßstrom I_n ist der Scheitelwert des Stoßstroms mit der Wellenform 8/20 μ s, für den die ÜSE nach einem bestimmten Prüfprogramm bemessen ist.

N-PE-Ableiter ist eine ÜSE oder der Schutzpfad einer ÜSE, die bzw. der für den Anschluss an den Neutralleiter und den Schutzleiter bestimmt ist.

Polzahl einer ÜSE ist die Anzahl der für den Anschluss zwischen den ungeerdeten Leitern (Außenleiter) und dem geerdeten Leiter (Neutralleiter, PEN-Leiter oder Schutzleiter) bestimmten Schutzpfade. Der als N-PE-Ableiter bestimmte Schutzpfad einer ÜSE ist kein Pol.

Schutzpegel U_p ist der höchste Momentanwert der Spannung an den Klemmen einer ÜSE. Er wird durch die höchste der nachstehenden Spannungen bestimmt:

- Ansprechblitzstoßspannung mit der Wellenform 1,2/50 μ s,
- Ansprechspannung bei einer Steilheit 1 kV/ μ s
- Restspannung U_{res} beim Blitzstoßstrom oder Nennableitstoßstrom.

Schutzpfad ist der Strompfad einer ÜSE, der dazu bestimmt ist, bei Bedarf Stoßströme abzuleiten und Stoßspannungen zu reduzieren.

Temporäre (zeitweilige) Überspannung („TOV“, temporary overvoltage) ist eine im Allgemeinen für eine Dauer von einigen Millisekunden, Sekunden oder Minuten auftretende Überspannung, die z. B. durch einpoligen Kurzschluss, Körperschluss oder Erdschluss verursacht ist.

ÜSE Typ 1 (auch „Blitzstromableiter“ genannt) ist eine ÜSE, die einem großen Stoßstrom I_{imp} mit der Wellenform 10/350 μ s widersteht, der Prüfklasse I nach VDE 0675-6-11 [2] entspricht und einen hohen Schutzpegel hat. Ihre Schutzpfade sind als Funkenstrecke ausgeführt. Sie ist für den Schutz gegen Teilblitzströme („Grobschutz“) geeignet.

ÜSE Typ 2 ist eine ÜSE, die einem mittleren Stoßstrom I_n mit der Wellenform 8/20 μ s widersteht, der Prüfklasse II nach [2] entspricht und einen mittleren Schutzpegel hat. Ihr Schutzpfad enthält/ihre Schutzpfade enthalten Varistoren. Sie ist u. a. für den Schutz gegen Impulsspannungen und Impulsströme, die durch Schaltvorgänge erzeugt oder durch Magnetfelder induziert werden, („Mittelschutz“) geeignet.

ÜSE Typ 3 ist eine ÜSE, die einem kleinen so genannten kombinierten Stoß mit der Stromwellenform 8/20 μ s widersteht, der Prüfklasse III nach [2] entspricht und einen niedrigen Schutzpegel hat. Ihr Schutzpfad enthält/ihre Schutzpfade enthalten Varistoren. Sie ist für den Schutz besonders empfindlicher Betriebsmittel gegen induzierte Impulsspannungen („Feinschutz“) geeignet.

1+0-Schaltung ist ein Anschlusschema, bei dem eine einpolige ÜSE an den Außenleiter und den PEN-Leiter angeschlossen ist.

2+0-Schaltung ist ein Anschlusschema, bei dem zwei einpolige ÜSE oder eine zweipolige ÜSE an die aktiven Leiter (Außenleiter und Neutralleiter im TN-S-System, zwei Außenleiter im IT-System) und den Schutzleiter angeschlossen sind bzw. ist.

3+0-Schaltung ist ein Anschlusschema, bei dem drei einpolige ÜSE oder eine dreipolige ÜSE an die drei Außenleiter und den PEN-Leiter angeschlossen sind bzw. ist.

4+0-Schaltung ist ein Anschlusschema, bei dem vier einpolige ÜSE oder eine vierpolige ÜSE an die aktiven Leiter (drei Außenleiter und Neutralleiter) und den Schutzleiter angeschlossen sind bzw. ist.

1+1-Schaltung ist ein Anschlusschema, bei dem eine einpolige ÜSE an den Außenleiter und den Neutralleiter sowie ein N-PE-Ableiter an den Neutralleiter und den Schutzleiter angeschlossen ist.

3+1-Schaltung ist ein Anschlusschema, bei dem drei einpolige ÜSE oder eine dreipolige ÜSE an die Außenleiter und den Neutralleiter angeschlossen sind bzw. ist sowie ein N-PE-Ableiter an den Neutralleiter und den Schutzleiter angeschlossen ist.

dert ([3], Abschn. 4). Die ÜSE sollen dann an den Zonengrenzen angeordnet werden. Die Blitzschutzzone (LPZ, lightning protection zone) werden in der Reihenfolge von außen nach innen, die auch die Reihenfolge von vollen zu anteiligen Blitzströmen ist, wie folgt bezeichnet ([3], Abschn. 4.2):

LPZ 0_A: Zone, in die direkte Blitzeinschläge möglich sind und die durch das volle elektromagnetische Feld des Blitzes gefährdet ist.

LPZ 0_B: Zone, in die keine direkten Blitzeinschläge möglich sind, die aber durch das volle elektromagnetische Feld des Blitzes gefährdet ist.

LPZ 1: Zone, in der Stoßströme durch Stromaufteilung und durch ÜSE an den Zonengrenzen begrenzt werden. Das elektromagnetische Feld des Blitzes kann durch räumliche Schirmung gedämpft sein.

LPZ 2 ... n: Zonen, in denen Stoßströme durch Stromaufteilung und zusätzliche ÜSE an den Zonengrenzen weiter begrenzt werden. Das elektromagnetische Feld des Blitzes kann durch zusätzliche räumliche Schirmung weiter gedämpft sein.

Praktisch ist die Zone 0_B der von der Fangeinrichtung der Blitzschutzanlage gebildete Schutzraum im Freien. Die Zone 1 ist der Raum innerhalb der von der Fangeinrichtung und den Ableitungen gebildeten Schirmung, der zwischen der ersten ÜSE (also dem Typ 1) und der zweiten ÜSE (also dem Typ 2) liegt. Weitere Zonen können mit zusätzlichen ÜSE gebildet werden (siehe Bild 1).

Bei einem Endstromkreis, der aus dem Gebäude in das Freie geführt ist (z. B. für eine Außenbeleuchtung oder einen Torantrieb), verläuft die oben beschriebene Reihenfolge ebenfalls von außen nach innen [4]. Im Gegensatz zu den Versorgungsleitungen, bei denen diese Reihenfolge der Energiefließrichtung entspricht, verläuft sie hier jedoch dieser entgegen. Das gilt auch für die Reihenfolge der ÜSE.

Innerhalb von Wohnhäusern und Gebäuden mit Kleingewerbe oder ähnlicher Nutzung können Schirmungen kaum ausgeführt werden. Für Räume mit besonders empfindlichen und zugleich wichtigen Betriebsmitteln, z. B. Computerzentralen, ist aber eine engmaschige Schirmung erforderlich.

Literatur

- [1] DIN VDE 0100-200 (VDE 0100-200):2006-06 Errichten von Niederspannungsanlagen; Begriffe.
- [2] DIN EN 61643-11 (VDE 0675-6-11):2007-08 Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung; Teil 11: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen; Anforderungen und Prüfungen.
- [3] DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4):2006-10 Blitzschutz; Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen.
- [4] Naumann, W.: Überspannungsschutz nach Blitzschutz-Zonenkonzept. Elektropraktiker, Berlin 58 (2004) 8, S. 637–641.