

Mangelhafte Installation von Überspannungs-Schutzgeräten

P. Richter, Nürnberg

Es muß im Sinne jedes Errichters und Betreibers liegen, das Risiko für Schäden an elektrischen Anlagen aufgrund blitzbedingter Überspannungen so klein wie möglich zu halten. Aus diesem Grunde ist eine ganze Kette von Überspannungs-Schutzeinrichtungen vorzusehen. Dabei sind natürlich auch wirtschaftliche Aspekte zu berücksichtigen [1].

Der Beitrag geht auf Mängel ein, die bei Prüfungen elektrischer Anlagen oft festgestellt werden.

1 Installationsfehler

Die Erfahrung zeigt, daß bezüglich Wirkungsweise und Einsatzort von Überspannungs-Schutzgeräten [2] vielfach Aufklärungsbedarf besteht. So ist bei vielen Installationen u. a. zu beobachten, daß nicht das für den Verwendungsort entsprechende Schutzgerät eingesetzt (Anforderungsklasse B, C oder D) sowie bei der Verlegung der Anschlüsse die hochfrequenzähnliche Eigenschaft des Blitzstroms nicht beachtet werden. Dabei kann es sich beispielsweise darum handeln, daß die Anschlußleiter der Schutzgeräte zu lang und/oder von der weiteren Installation räumlich nicht getrennt sind.

2 Gefährdung durch zu lange Verbindungsleitungen

Die Blitzstrom- und Überspannungsableiter werden einerseits mit den aktiven Leitern und andererseits mit dem PEN-Leiter bzw. Schutzleiter und der Potentialausgleichsschiene PAS verbunden (Bild 1). Im Falle einer blitzbedingten Stoßstrombelastung liegt an den Leitern, die zu den Schutzgeräten führen, nicht nur die Restspannung des Schutzgeräts an. Es treten zusätzlich Spannungsanteile auf, die von der Steilheit des Blitzstroms und der Länge der Anschlußleitungen abhängig sind. Der Blitzstrom verursacht aufgrund seines impulsförmigen Verlaufs in der Verbindungsleitung zwischen Potentialausgleichsschiene und Schutzgerät die Spannung U_{PA} , für die vor allem die Leitungsinduktivität verantwortlich ist. Die ohmsche Komponente kann wegen ihrer vergleichsweise geringen Bedeutung vernachlässigt werden.

Autor

Dr.-Ing. Peter Richter ist VdS-anerkannter Sachverständiger bei der LGA, Nürnberg.

Zum Einfluß der induktiven Spannungsfälle sei gesagt, daß schon bei Leitungslängen von wenigen Metern Spannungen in Höhe mehrerer 1000 V auftreten können. Das kann zur Zerstörung nachgeschalteter Verbraucher führen, auch wenn die Bemessungsstoßspannung der Verbraucher mit der Restausgangsspannung des Schutzgeräts abgestimmt wurde.

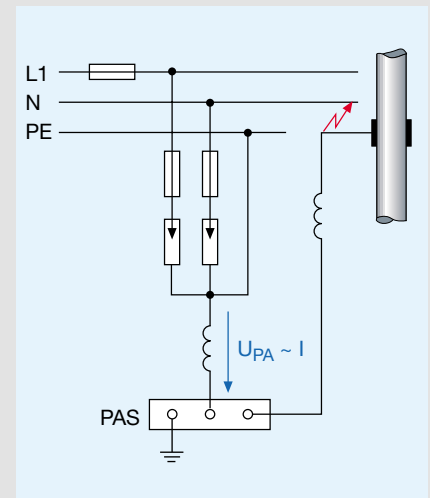
Vor allem in bestehenden Altanlagen lassen sich lange Verbindungsleitungen zwischen der Sekundärseite der Schutzgeräte und der Potentialausgleichsschiene PAS oft nicht vermeiden. Sie führen zu hohen Potentialdifferenzen und als Folge daraus zu Überschlägen beispielsweise zwischen der elektrischen Anlage und metallenen Installationen. In diesem Fall ist ein ausreichender Schutz nur durch einen zusätzlich ausgeführten örtlichen Potentialausgleich zu erreichen.

Während in Altbauten die vorhandenen räumlichen Gegebenheiten nicht mehr zu ändern sind, ist in Neubauten die Problematik zu langer Anschlußleitungen der Schutzgeräte bei einer vorausschauenden Planung in den Griff zu bekommen.

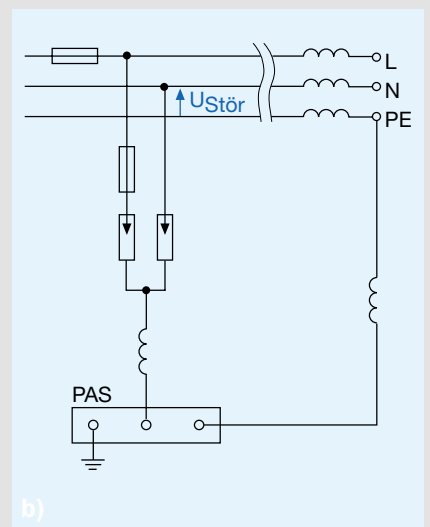
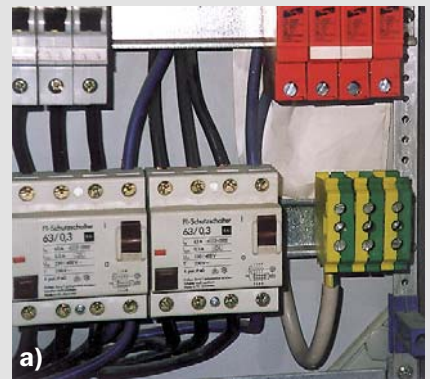
3 Mangelhafter Potentialausgleich im Bereich des Schutzgeräts

Beim Anschluß der Sekundärseite ist darauf zu achten, daß auf kürzestem Weg sowohl eine Verbindung zur Potentialausgleichsschiene (sofern vorhanden) als auch zum PEN- bzw. PE-Leiter der elektrischen Anlage hergestellt wird. Die Bedeutung der Verbindung zum PE-Leiter wird in der Praxis häufig unterschätzt.

Bei dem im Bild 2 dargestellten Beispiel ist die Ausgangsseite des Schutzgeräts nur mit der Potentialausgleichsschiene direkt verbunden. Hierüber ist zwar auch eine Verbindung zum PE-Leiter hergestellt – aber nicht auf kürzestem Weg. Das hat zur Folge, daß sich im Schadensfall zwischen L- und N-Leiter und dem PE-Leiter Potentialdifferenzen aufbauen, die zu Schäden an



1 Einfluß der Länge der Anschlußleitungen in einem TN-S-System
Die zwischen PAS und Schutzgerät auftretende Spannung U_{PA} ist der Länge l proportional.



2 Fehlende direkte Verbindung zur PE-Klemme in einem TN-S-System
a) Unterverteilung
b) über die Induktivität der Verbindung zwischen PAS und PE auftretende Störspannung $U_{Stör}$

der nachfolgenden elektrischen Anlage führen können. Der nicht ausreichende Potentialausgleich in Form einer fehlenden Verbindung zur PE-Klemme ist vor allem dann zu beobachten, wenn in Altanlagen Überspannungs-Schutzgeräte nachgerüstet werden.

4 Fehlerhafte Koordination der Schutzgeräte

Fehlerhafte Ableiterkoordination. Der Einbau der Schutzgeräte erfolgt entsprechend dem Ableitvermögen, dem Ansprechverhalten und der Spannungsbegrenzung [2]. Werden diese Kriterien nicht beachtet, so führt dieses zu einer fehlerhaften Ableiterkoordination, die eine weitere häufige Fehlerquelle beim Ausführen des Überspannungsschutzes darstellt. Durch die Verwendung eines nicht geeigneten Schutzgeräts kann die gewünschte Schutzwirkung ganz oder teilweise aufgehoben werden. Typische Fehler sind:

- Verwendung von Überspannungsableitern (Anforderungsklassen C und D – Mittel- und Feinschutz) für den Blitzschutz-Potentialausgleich,
- Verwendung von Blitzstromableitern (Überspannungsableiter für die Anforderungsklasse B – Grobschutz) in Unterverteilungen und
- keine ausreichende Entkopplung von Blitzstrom- und Überspannungsableitern.

Ob ein Überspannungsableiter zur Einbeziehung der elektrischen Anlage in den Blitzschutz-Potentialausgleich ausreichend ist, hängt von der Höhe des zu erwartenden Blitzteilstroms ab, der über dem Ableiter zum Fließen kommt. In VDE 0185 Teile 100 und 103 [3][4] sind Verfahren zur Abschätzung dieser Größe angegeben. Es ist aber zu berücksichtigen, daß durch die Rechenverfahren Blitzströme der Impulsform 10/350 µs ermittelt werden. Diese können nicht direkt mit dem Nennableitvermögen von Überspannungsableitern verglichen werden, da sich diese Angaben auf die Impulsform 8/20 µs beziehen. Ein Vergleich der beiden Impulsformen im Bild 3 zeigt, daß ein 10/350 µs-Impuls wesentlich energiereicher ist als ein 8/20 µs-Impuls der gleichen Stromstärke. Eine Nichtbeachtung der verschiedenen Impulsformen kann beispielsweise zu einer thermischen Überlastung des Überspannungsableiters führen, wenn dieser für den Blitzschutz-Potentialausgleich verwendet wird. Umgekehrt sind in Unterverteilungen leitungsgebundene Störgrößen bereits so weit gedämpft, daß ein dort installierter Blitzstromableiter (Funkenstrecke) nicht mehr anspricht und die energiearmen Störgrößen ungedämpft passieren läßt.

Unzureichende Entkopplung. Die nicht aus-

reichende Entkopplung der Schutzgeräte ist ein weiterer Installationsfehler. Werden Blitzstrom- und Überspannungsableiter in einer Verteilung nahe angeordnet, so wird bei Blitzstrombelastung der leistungsschwächere Ableiter u. U. zerstört, während die Funkenstrecke nicht zündet.

Bild 4 geht auf diese Problematik ein. Die Funkenstrecke (Blitzstromableiter) besitzt eine höhere Ansprechspannung als der Varistor. Nicht ausreichende Entkopplung bedeutet, daß im Schadensfall die Spannungsfälle über der Leitung und dem Varistor nicht zur Zündung der Funkenstrecke führen. In diesem Fall führt das leistungsschwächere Glied den gesamten Blitzstrom, und es besteht die Gefahr einer thermischen Überlastung.

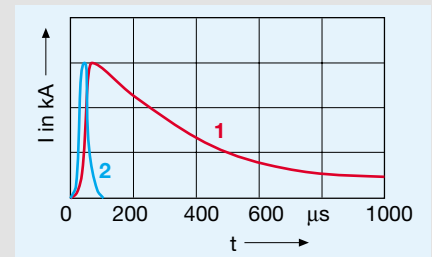
Eine ausreichende Entkopplung läßt sich entweder durch eine ausreichende Leitungslänge zwischen den Schutzgeräten oder durch spezielle Entkopplungsinduktivitäten erreichen.

5 Fehlerhafte Absicherung der Ableiter

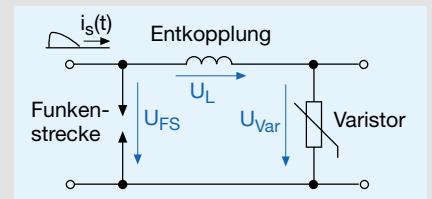
In den Datenblättern für Ableiter werden maximal zulässige Vorsicherungen für die Ableiter ausgewiesen. Diese Angabe dient dazu, die Kurzschlußfestigkeit der Schutzgeräte sicherzustellen. Ist der Nennwert der Anlagensicherung F 1 größer als der Nennwert der maximal für die Ableiter zulässigen Vorsicherung, so ist dem Ableiter eine separate Vorsicherung F 2 vorzuschalten (Bild 5).

- Außerdem haben die Ableiter-Vorsicherungen folgende weitere Funktionen zu erfüllen:
- Schutz bei indirektem Berühren bei fehlerhaften Ableitern.
 - Abschaltung zu hoher Netzfolgeströme, falls das selbsttätige Löschen des Blitzstromableiters versagt.
 - Sicheres Ableiten von Blitzteilströmen.
- Letzterer Punkt ist nicht immer sichergestellt. Neben der höchstzulässigen Absicherung ist auch eine Mindestabsicherung zum

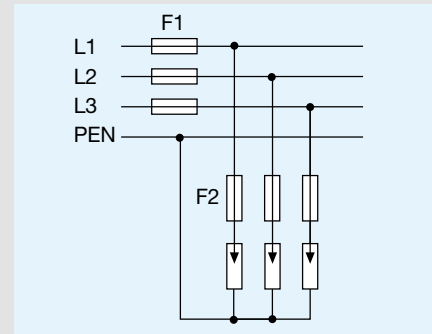
Schutz des Sicherungsorgans vor thermischer Überlastung einzuhalten. Die Absicherung von Blitzstromableitern mit einem NH-Trenner 35 A oder gar einem LS-Automaten 25 A – wie in der Praxis bereits aufgetreten – kann zur Folge haben, daß bereits geringe Blitzstoßströme zur Zerstörung des Sicherungsorgans führen. Bild



3 Vergleich der Impulsformen
1 10/350 µs; 2 8/20 µs

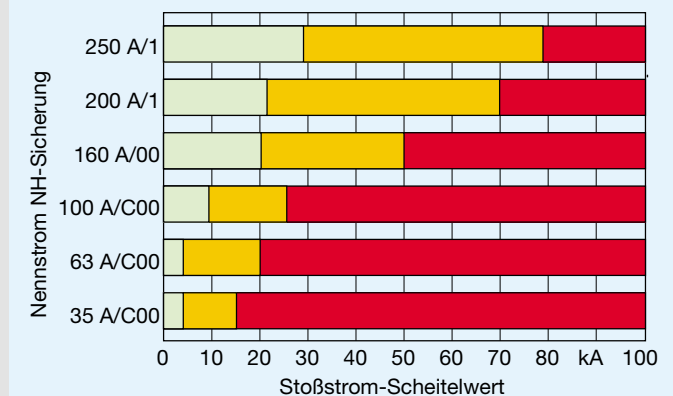


4 Entkopplung von Blitzstrom- und Überspannungsableitern



5 Vorsicherung von Schutzgeräten
F 1 Anlagensicherung; F 2 separate Ableiter-Vorsicherung

6 Verhalten von NH-Sicherungen während einer Stoßstrombelastung 10/350 µs [5]
Bereichskennzeichnungen: grün – kein Schaden; orange – Schmelzen der Sicherung; rot – Explosion der Sicherung



⑥ zeigt das Verhalten von NH-Sicherungen während einer Stoßstrombelastung 10/350 μ s. Zu ersehen ist, daß bereits Blitzteilstrome ab 4 kA einen NH-Trenner 35 A zum Schmelzen bringen können.

Die Auswahl und Anordnung von Sicherungen im Zusammenhang mit Blitzstromableitern stellt somit immer einen Kompromiß zwischen Verfügbarkeit und Überspannungsschutz der elektrischen Anlage dar.

■ 6 Nicht ausreichende Sicherheitsabstände zwischen der Blitzschutz- und der elektrischen Anlage

Die in den vorhergehenden Abschnitten aufgeführten Installationsfehler sind i. allg. nachträglich mit einem vertretbaren Aufwand zu beheben. Anders verhält es sich mit nicht ausreichenden Sicherheitsabständen (Näherungen) zwischen der elektrischen Anlage und der Blitzschutzanlage.

Typische Fälle von Näherungen sind z. B. im Bereich von Firstbalken zu beobachten, wenn oberhalb auf dem Dach die Aufangleitung der Blitzschutzanlage verlegt ist und unterhalb elektrische Leitungen befestigt sind.

Auch in Gebäuden mit umlaufenden Fensterbankkanälen treten im Bereich der Fensterseite zwischen den in den Kanälen verlegten elektrischen Leitungen und den äußeren Ableitungen vielfach Näherungen auf.

Ausreichende Sicherheitsabstände können nur dann erreicht werden, wenn diese Problematik schon zu Beginn der Planung in ausreichendem Maße berücksichtigt wird. Nachträgliche Korrekturen sind nur noch eingeschränkt und in der Regel mit hohem Aufwand möglich. Ebenso wie für bestehende Anlagen muß aber der Grundsatz gelten, daß sich die erreichte Schutzwirkung und der Aufwand dafür in einem vernünftigen wirtschaftlichen Verhältnis bewegen.

■ 7 Direkte Verbindung von Geräten mit der äußeren Blitzschutzanlage

Es ist Stand der Technik, metallene Dachaufbauten entweder direkt mit der Dachleitung des Blitzschutzsystems zu verbinden oder mittels einer Fangstange in den Schutzbereich zu bringen. Haben die Dachaufbauten aber eine elektrisch leitende Verbindung zu empfindlichen Anlagenteilen (z. B. über eine Lüftungsanlage zum EDV-Raum), kann eine direkte Verbindung mit der Blitzschutzanlage im Falle eines Einschlags gravierende Folgen haben. In diesem Falle ist das bautechnische Anlagenteil durch eine Fangstange in den Schutzbereich zu bringen, sofern das die baulichen Gegebenheiten zulassen.

■ 8 Weitere Installationsfehler

In den bisherigen Ausführungen wurden Installationsfehler beschrieben, wie sie dem Autor im Verlaufe seiner Prüftätigkeit bereits vielfach begegnet sind. Auf die folgenden Installationsfehler soll nur noch kurz hingewiesen werden:

- Nichtbeachtung des Ausblasbereichs von Blitzstromableitern.
- Keine räumliche Trennung der sekundärseitigen Verbindung des Schutzgeräts zur weiteren elektrischen Installation.

Auf netzbedingte Installationsfehler (z. B. in TT-Systemen) soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden.

■ 9 Zusammenfassung

Die zunehmende Vernetzung informationstechnischer Systeme verbunden mit gesunkenen Signalpegeln läßt dem Überspannungsschutz in der heutigen Zeit einen ganz anderen Stellenwert zukommen. Der Einbau von Überspannungsschutzgeräten in die elektrische Anlage entspricht heute dem Stand der Technik.

Leider zeigt die Erfahrung, daß eine optimale Schutzwirkung in vielen Fällen nicht erreicht wird. Gründe dafür sind zum einen in der fehlerhaften Auswahl und Installation zu suchen und zum anderen bei den fehlenden Sicherheitsabständen zwischen der elektrischen Anlage und der Blitzschutzanlage.

Während eine nahezu optimale Schutzwirkung in Neubauten bei einer vorausschauenden Planung erreichbar ist, gilt das für bestehende Bauten nur eingeschränkt. Hier verbleibt als Alternative, das bestehende Schutzkonzept zu analysieren, Schwachstellen aufzufindig zu machen und das Schutzsystem unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und sicherheitstechnischer Aspekte zu ertüchtigen. Dabei ist auf kritische Bereiche, z. B. eine zentrale Rechneranlage, besonderes Augenmerk zu legen.

Literatur

- [1] Hasse, P.; Wiesinger, J.: Handbuch für Blitzschutz und Erdung. 3. Auflage. München: Pflaum-Verlag 1989.
- [2] Hering, H.: Blitzschutz-Potentialausgleich, Trennfunkstrecken und Blitzstromableiter. Elektropaktiker, Berlin 53(1999)2, S. 122-126.
- [3] VDE V 0185 Teil 100 Blitzschutz baulicher Anlagen; Allgemeine Grundsätze.
- [4] VDE 0185 Teil 103 Schutz gegen elektromagnetischen Blitzimpuls; Allgemeine Grundsätze.
- [5] Noack, F.; Schönau, J.; Brocke, R.: Einfluß der Blitzstromtragfähigkeit von Überstrom-Schutzeinrichtungen auf den Blitzschutz in Niederspannungs-Netzen.
- [6] Merkblatt 2031 des Verbandes der Schadenversicherer: Blitz- und Überspannungsschutz elektrischer Anlagen.
- [7] VDE 0100 Teil 534/A1 Elektrische Anlagen von Gebäuden; Überspannungsschutzeinrichtungen (Entwurf).