

Blitzschutz-Potentialausgleich, Trennfunkkenstrecken und Blitzstromableiter

E. Hering, Dresden

Der Beitrag befaßt sich mit dem Überspannungsschutz im Hauptstromversorgungssystem von Gebäuden mit Verbraucheranlagen. Die Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) erlauben jetzt unter gewissen Bedingungen den Einsatz der dafür geeigneten Geräte in diesem Anlagenteil, also vor den Zählern.

1 Grundsätzliches zum Blitz- und Überspannungsschutz

1.1 Ziel des Überspannungsschutzes

Aufgabe des Überspannungsschutzes ist es, Gefährdungen von Menschen und Nutzieren und Beschädigungen der Anlagen und Geräte sowie Brände zu vermeiden. Dazu gehört, daß starke Impulsströme von schwach bemessenen Anlagenteilen und empfindlichen Geräten ferngehalten sowie die Überspannungen auf verträgliche Größen herabgesetzt werden. Außerdem sind empfindliche Geräte vor den elektromagnetischen Feldern und deren Auswirkungen (z. B. Induktion von Spannungen in Leiterschleifen) zu schützen.

1.2 Überspannungsschutz-„Kaskade“

Bei Drehstrom ist selbstverständlich für die drei Außenleiter je eine Überspannungsschutzeinrichtung erforderlich, sofern nicht ein dreipoliges Gerät verwendet wird. Abgesehen davon vermag eine einzige Überspannungsschutzeinrichtung die vorstehend beschriebene Aufgabe nicht zu erfüllen, u. a. deswegen, weil die Verhältnisse zwischen den ursprünglichen und den verträglichen Größen zu gewaltig sind. Vielmehr ist eine ganze Kette von Überspannungsschutzeinrichtungen und Impedanzen nach Bild 1 erforderlich. Man nennt sie auch „Kaskade“, weil die Überspannung stufenweise abgebaut wird und weil die Darstellung der Schaltung an einen mehrstufigen Wasserfall erinnert.

Das erste Glied mit dem höchsten Niveau der Überspannung ist der „Grob-schutz“, der den weitaus größten Teil des Stoßstroms übernimmt. Dafür sind Überspannungsschutzeinrichtungen der Anforderungsklasse B nach E VDE 0675 Teil 6 [1]

einzusetzen (Manuskr. Vornorm VDE V 0100 Teil 534 [2]), die man auch „Blitzstromableiter“ nennt. Für den „Mittelschutz“ werden Geräte der Anforderungsklasse C und für den „Feinschutz“ solche der Anforderungsklasse D verwendet.

Zwischen den Überspannungsschutzeinrichtungen der verschiedenen Niveaus müssen Impedanzen (Z_1 und Z_2 im Bild 1) als Entkopplungselemente angeordnet sein, die meist durch eine Leitung und/oder eine Entkopplungsdrossel (Induktivität $15 \mu\text{H}$ oder $7,5 \mu\text{H}$, Nennstrom 35 A oder 63 A) realisiert werden. Diese Entkopplungselemente haben folgende Aufgaben:

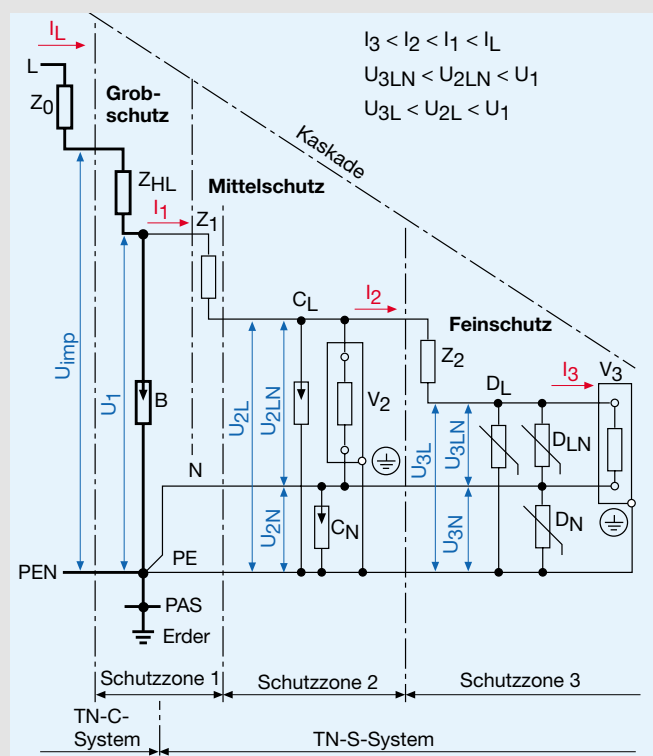
- Sie ermöglichen das Ansprechen der Überspannungs-Schutzeinrichtungen höherer Niveaus, wenn diejenigen niedrigerer Niveaus bereits angesprochen haben, was bei schwachen Stoßströmen schwerer erfüllbar ist als bei starken.
- Sie ermöglichen den Abstieg der Überspannung vom höchsten zum niedrigsten Niveau.
- Sie tragen zur beabsichtigten Verteilung des Impulsstroms bei.

1.3 Blitz-Schutzzonen

Nach Möglichkeit wird das Volumen des Hauses in Blitz-Schutzzonen (LPZ) eingeteilt, an deren Grenzen die Überspannungsschutzeinrichtungen angeordnet werden ([2], Abschn. 534.4; VDE 0185 Teil 103 [3], Abschn. 3). Sind Räume oder Geräte mit einer Abschirmung versehen, so bildet diese die Grenze von Schutzzonen. Anderenfalls sind diese in der Praxis oftmals nicht überall scharf voneinander abgegrenzt.

Das vorstehend zu Starkstromanlagen Gesagte gilt prinzipiell auch für die in das Haus eingeführten Fernmeldeleitungen, wofür allerdings andere Überspannungsschutz-einrichtungen einzusetzen sind (wird hier nicht behandelt). Im weiteren beschränkt sich der Beitrag auf den Grobschutz (dick gezeichneter Teil des Bildes 1).

1 Vollständiger einpoliger Überspannungsschutz im TN-C-S-System
 B Überspannungsschutz-einrichtungen der Anforderungsklasse B („Blitzstromableiter“); C_L und C_N der Anforderungsklasse C; D_L , D_N und D_{LN} der Anforderungsklasse D; I_L , I_1 usw. Stoßströme; PAS Potentialausgleichsschiene; U_{imp} , U_1 usw. Stoßspannungen; V_2 und V_3 Verbraucher; Z_0 Impedanz vor dem Hausanschluß; Z_{HL} Impedanz der Hauptleitung; Z_1 und Z_2 Entkopplungsimpedanzen zwischen den Überspannungsschutz-einrichtungen.



Die Widerstände von PEN-, Neutral- und Schutzleiter wurden der Übersichtlichkeit wegen nicht mit dargestellt; sie werden als in den Widerständen des Außenleiters mit enthalten gedacht. Ferner wurde auf die Darstellung der Überstrom-Schutz-einrichtungen verzichtet. Die Richtung der Strompfeile bedeutet nicht die Stromrichtung, sondern die Fortpflanzungsrichtung der Stoßströme und Stoßspannungen.

Autor

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

2 Erfordernis für den Überspannungsschutz

Ein Blitzschutzsystem (LPS) umfaßt im allgemeinen den

- **äußeren Blitzschutz** (landläufig als „Blitzschutzanlage“ bezeichnet, bestehend aus der Fangeinrichtung, den Ableitungen und der Erdungsanlage) und
- **inneren Blitzschutz** (Überspannungsschutz nach Abschn. 1 dieses Beitrags) (Vornorm VDE V 0185 Teil 100 [4], Abschnitt 1.2.19). Der innere Blitzschutz kann auch in Gebäuden erforderlich sein, die keinen äußeren Blitzschutz aufweisen, z. B. weil dieser aufgrund der Risikoabschätzung nicht notwendig ist [4], Abschn. 3.0. Es besteht immerhin die Möglichkeit des Eindringens von Stoßströmen und -spannungen über die in das Haus eingeführten Starkstrom- und Fernmeldeleitungen und/oder eines Blitzeinschlags in geerdete metallene Konstruktionsteile des Gebäudes oder einer Antenne.

Andererseits hängt es von den Bedrohungsgrößen sowie von der Empfindlichkeit der Anlagenteile und Geräte ab, ob der vollständige Überspannungsschutz mit allen drei Schutzstufen realisiert werden muß ([2], Abschn. 534.2). Sind keine empfindlichen Betriebsmittel vorhanden oder wird deren Beschädigung in Kauf genommen, so kann selbst bei Häusern mit äußerem Blitzschutz der **Grobschutz** genügen. Dieser verhindert mit hoher Wahrscheinlichkeit Brände und explosionsartige Zerstörungen, die ohne ihn durch Stoßströme oder -spannungen verursacht werden könnten. Darum sollte er unbedingt ausgeführt werden (s. Abschnitte 5 bis 9).

3 Blitz-Schutzklassen

Die Schutzklasse drückt die Wahrscheinlichkeit aus, mit der ein Blitzschutzsystem gegen Blitzeinwirkungen schützt ([4], Abschn. 1.2.21). Die Wahrscheinlichkeit („Wirksamkeit“) nimmt gemäß Tafel 1 von der Schutzklasse I bis zur Schutzklasse IV ab ([4], Abschn. 1.4 und Tabelle 1).

Die erforderliche Blitz-Schutzklasse wird auf der Basis einer Risikoabschätzung ermittelt ([4], Abschn. 1.4, Anhang F und Nationaler Anhang NB). Ist die höchstmögliche Wahrscheinlichkeit für die Schutzwirkung gefordert oder erwünscht, so muß die Schutzklasse I zugrundegelegt werden.

Achtung! Der Aufwand kann erheblich von der Schutzklasse abhängen.

4 Blitzstrom-Parameter

Unabhängig vom Strom-Scheitelwert betragen

- die Stirnzeit $T_1 = 10 \mu\text{s}$ und
- die Rückenhalbwertszeit $T_2 = 350 \mu\text{s}$ ([3], Tabelle 1). Man spricht von der Welle (10/350 μs) oder kurz (10/350). Das betrifft auch die Zweigströme des Stoßstroms. Dementsprechend müssen die Trennfunktenstrecken und Blitzstromableiter als Bestandteile des Grobschutzes bemessen sein, im Gegensatz zum Mittel- und Feinschutz, wo nur die Welle (8/20 μs) zugrundegelegt wird.

Die sonstigen Parameter werden gemäß Tafel 2 angenommen ([3], Tabelle 1). Von ihnen ist hier besonders der gesamte Blitzstoßstrom I_G von Bedeutung.

5 Potentialausgleich

Für den Elektroschutz muß jedes Gebäude mit einem **Hauptpotentialausgleich** versehen werden, der den Hauptschutzleiter, den Haupterdungsleiter und andere Metallteile miteinander verbindet [5][6][7].

Für den inneren Blitzschutz ist der **Blitzschutz-Potentialausgleich** erforderlich. Dafür muß die Anlage des äußeren Blitzschutzes mit den metallenen Bauteilen und Gebäudeausrüstungen sowie mit elektrischen Anlagen verbunden werden (im allgemeinen im Kellergeschoß des Hauses), bei hohen Bauwerken evtl. zusätzlich in höheren Bereichen ([4], Abschn. 3.1.1 und 3.1.2). Falls innerhalb des Gebäudes in metallene Rohrleitungen (z. B. Gas-, Wasser- oder Heizungsleitungen) Isolierstücke eingefügt sind, so müssen diese mit Überspannungs-Schutzeinrichtungen – vorzugsweise mit Trennfunktenstrecken (s. Abschn. 6.) – überbrückt werden ([4], Abschn. 3.1.2). Es kann erforderlich sein, außerhalb des Gebäudes befindliche metallene Teile (direkt oder über Funktenstrecken) einzubeziehen, z. B. dann, wenn ohne diese Maßnahme wegen der Nähe ein Überschlag möglich wäre ([4], Abschn. 3.1.1).

PEN-Leiter, Schutzleiter und Abschirmungen elektrischer Anlagen dürfen direkt mit dem Blitzschutz-Potentialausgleichssystem verbunden werden ([4], Abschn. 3.1.4), was vorzugsweise über die Potentialausgleichsschiene erfolgt. Aktive Leiter (z. B. Außenleiter und Neutralleiter der Starkstromanlage) müssen unter Zwischenschaltung von Überspannungs-Schutzeinrichtungen verbunden werden ([4], Abschnitte 3.1.1 und 3.1.4). Im Grobschutz bei Starkstromanlagen sind dafür Blitzstromableiter (siehe Abschn. 7) vorgeschrieben ([2], Abschnitte 534.2 und 534.3). Diese sind so zu installieren, daß sie überprüft werden können ([4], Abschn. 3.1.1). Bezüglich der Länge der Potentialausgleichsverbindungen wird auf den Abschn. 7.4 verwiesen.

Haupt- und Blitzschutz-Potentialausgleich können nicht voneinander abgegrenzt werden, weil sie sich weitgehend überlagern. Das heißt, ein Großteil der Verbindungen dient beiden Aufgaben. Der Blitzschutz-Potentialausgleich ist jedoch weitgehend als der Hauptpotentialausgleich, denn er

- umfaßt auch die Überspannungs-Schutzeinrichtungen und
- muß mitunter zusätzliche Verbindungen aufweisen ([4], Nationales Vorwort, Zu 1.2.24).

Die Leiter für den Blitzschutz-Potentialausgleich müssen folgende Mindestquerschnitte haben ([4], Nationales Vorwort, Zu 2.5 und Tabelle NC.4): 16 mm² Kupfer, 25 mm² Aluminium oder 50 mm² Stahl. Das gilt auch für die Leiter des Hauptpotentialausgleichs, die von wesentlichen Teilen des Blitzstroms durchflossen werden können.

Tafel 1 Abhängigkeit der Wirksamkeit von der Blitz-Schutzklasse

| Blitz-Schutzklasse | I | II | III | IV |
|--------------------|------|------|------|------|
| Wirksamkeit | 0,98 | 0,95 | 0,90 | 0,80 |

Tafel 2 Abhängigkeit der Blitzstrom-Parameter von der Blitz-Schutzklasse

| Blitz-Schutzklasse | I | II | III/IV |
|---|-----|-----|--------|
| Gesamter Blitzstoßstrom I_G in kA | 200 | 150 | 100 |
| Spezifische Energie W/R in MJ/ Ω | 10 | 5,6 | 2,5 |

Tafel 3 Einige Trennfunktenstrecken (ohne Gewähr für Richtigkeit)

| Hersteller | U_{AW} kV | U_{AS100} kV | $I_{imp}^{a)}$ kA | Typ |
|----------------------|----------------|-------------------|----------------------|-------------------------|
| Dehn | 2,5 | < 4 | 50 | TFS |
| | 0,07 | $\leq 0,95$ | 100 | TS 100 TA 100 C |
| Leutron/ Cerberus | 0,35 | $\leq 1,30$ | 100 | TS 500 TA 500 C |
| | 0,07 | $\leq 0,95$ | 75 | TC 100 A TC 100 A/K1 |
| OBO | 1 | 2 | 100 | 480 |
| | 2,5 | 5 | 50 | 481 |
| Pröpster | 2,5 | 5 | 60 | 111 065 |

Zeichenerklärung: U_{AW} Ansprechwechselspannung (50 Hz); U_{AS100} 100 % Ansprechblitzstoßspannung (1,2/50 μs); I_{imp} Blitzstoßstrom

a) Nur die Prüfwelle (10/350 μs) entspricht der varen Beanspruchung durch den angegebenen Blitzstoßstrom.

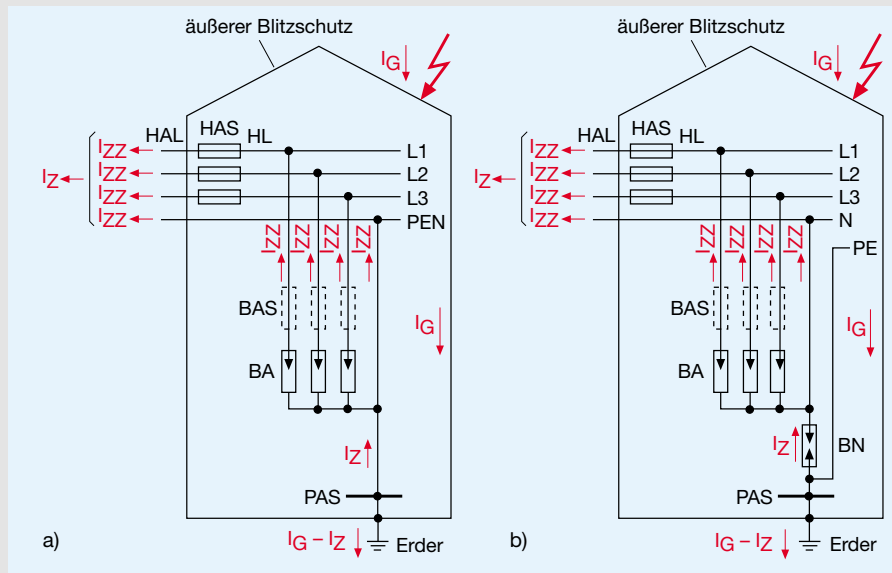
Im Hinblick auf das Fehlen der Abgrenzung zwischen den beiden Arten des Potentialausgleichs sollte nach Meinung des Autors bei Gebäuden mit äußerem Blitzschutz kein Teil des Hauptpotentialausgleichs mit kleinerem Querschnitt als 10 mm² Kupfer ausgeführt werden.

6 Trennfunknestrecken

Trennfunknestrecken sind spindelförmige, wasserdichte Geräte, die ohne Gehäuse verwendet werden können. Die Ansprechwechselfspannung U_{AW} sollte beim TN-System nicht unter 0,1 kV und hinter Versorgungsnetzen mit TT-System mindestens 0,3 kV betragen. In der Tafel 3 sind Trennfunknestrecken zusammengestellt.

Tafel 4 Abhängigkeit des Zweig-Stoßstroms pro Blitzstromableiter I_{ZZ} von der Blitz-Schutzklasse

| Blitz-Schutzklasse | I | II | III/IV |
|---|-------|------|--------|
| Zweig-Stoßstrom I_{ZZ} in kA | 100/m | 75/m | 50/m |
| Dabei ist m die Anzahl der an der Stromleitung beteiligten Leiter der Hausanschlußleitung (Kabel oder Freileitung), z. B. $m = 4$ beim Vierleiter-Hausanschluß. | | | |



2 Verzweigung des Blitzstoßstroms beim Direkteinschlag in den äußeren Blitzschutz

a) Haus mit Hauptleitung im TN-C-System

b) Haus mit Starkstromanlage im TT-System

Die Richtung der Strompfeile entspricht der Ausbreitungsrichtung der Stoßströme und Stoßspannungen.

BA einfache oder folgestrombegrenzende Blitzstromableiter; BAS Vorsicherung für BA; HAL Hausanschlußleitung; HAS Hausanschlußsicherung; HL Hauptleitung; I_G gesamter Blitzstoßstrom; I_Z über die Hausanschlußleitung zu fernen Erden fließender Zweig-Stoßstrom; I_{ZZ} pro Ader der Hausanschlußleitung und pro Blitzstromableiter fließender Zweig-Stoßstrom; BN „N-PE-Ableiter“

7 Blitzstromableiter

7.1 Wichtigste Kenngrößen

- Blitzstromableiter sind Überspannungsschutzeinrichtungen der Anforderungskategorie B nach [1]. Ihre Bemessungsspannung U_C muß mindestens so groß sein wie das 1,1fache der Nennwechselfspannung zwischen den Leitern, an die sie angeschlossen werden ([2], Abschn. 534.3.1).
- Ihre Blitzstoßstrom-Tragfähigkeit I_{imp} muß mindestens der Beanspruchung am Einbauort entsprechen ([2], Abschn. 534.3.1.1). Die höchste Beanspruchung wird bei einem Einschlag in den äußeren Blitzschutz des betreffenden Gebäudes auftreten. Die Potentialausgleichsverbindungen haben zur Folge, daß dabei entsprechend Bild 2 ein Teil I_Z des gesamten Blitzstoßstroms I_G über die Hausanschlußleitung zu fernen Erden abfließt.
- Das Verhältnis I_Z/I_G ergibt sich aus der Verzweigung des Blitzstoßstroms, die ihrerseits vor allem von der Anzahl und den Eigenschaften der dafür vorhandenen Strompfade abhängt (z. B. Erder des Hauses, eingeführte elektrische Leitungen und metallene Rohrleitungen sowie Potentialausgleichsverbindungen zu metallenen Anlagen in der Nähe des Gebäudes und zu den Erden der Nachbar-

häuser). Es kann näherungsweise ermittelt werden ([4], Abschn. 3.1.3, Anhang C und Nat. Vorwort zu Anhang C).

- Der Zweig-Stoßstrom I_Z teilt sich wiederum auf, und zwar auf die pro Ader der Hausanschlußleitung fließenden Zweig-Stoßströme I_{ZZ} , von denen die Blitzstromableiter belastet werden. Ist der Nachweis der Beanspruchung nicht möglich, so muß der Blitzstoßstrom I_{imp} (10/350 μ s) jedes Ableiters mindestens dem Zweigstoßstrom I_{ZZ} von Tafel 4 entsprechen ([2], Tabelle 534.3.1.1). Bei mehrpoligen Ableitern gilt das für jeden Pol. Den Werten der Tafel liegt die Annahme zugrunde, daß maximal das 0,5fache des gesamten Blitzstoßstroms I_G (s. Abschn. 4, Tafel 2) als Zweig-Stoßstrom I_Z über den Hausanschluß fließt.

7.2 Typen

In letzter Zeit sind leistungsfähige Blitzstromableiter auf den Markt gekommen, die überhaupt erst einen wirksamen und zuverlässigen inneren Blitzschutz auch bei stromstarken Einschlägen in den äußeren Blitzschutz ermöglichen. Sie werden in Modularform (auf Hutschienen aufrastbar) und auf Funkneststreckenbasis ausgeführt. Die Überspannung zündet einen Lichtbogen, der den Ableiter vom isolierenden in einen niederohmigen Zustand überführt. Nach Wegfall der Überspannung fließt ein von der Betriebsspannung (Wechselspannung) getriebener Folgestrom über den Lichtbogen, bis dieser verlischt, wodurch der isolierende Zustand des Ableiters wieder eintritt.

Blitzstromableiter, bei denen der Lichtbogen das Austreten von Gasen bewirkt („ausblasende Ableiter“) müssen wegen deren Leitfähigkeit und wegen des mit dem Vorgang verbundenen Druckanstiegs in ein spezielles, von ihrem Hersteller dafür bestimmtes Gehäuse eingebaut werden. Es sind aber schon einige nicht ausblasende Modelle verfügbar, die den Vorteil haben, daß sie nicht an diese Einbauvorschrift gebunden sind. Allerdings muß den am Einbauort erforderlichen elektrischen Eigenschaften der Vorrang vor diesem Vorteil eingeräumt werden, was die Verwendbarkeit der nicht ausblasenden Geräte einschränkt.

Einige einfache Blitzstromableiter sind in der Tafel 5 zusammengestellt. Die Tafel 6 enthält Blitzstromableiter, die den Folgestrom wesentlich begrenzen – sowohl hinsichtlich seiner Größe als auch seiner Dauer [8][9][10][11]. Sie haben den Vorteil, daß sie keine Vorsicherung benötigen, wenn der Stoßkurvenstrom (Scheitelwert) an der Einbaustelle 25 kA nicht überschreitet. Dieser liegt im allgemeinen weit darunter [10][12]. Dennoch vorgeordnete Sicherungen, z. B. Hausanschlußsicherungen, werden weniger belastet.

Tafel 5 Einige einfache Blitzstromableiter (ohne Gewähr für Richtigkeit)

| Hauptmerkmale | Hersteller | | | | |
|---|-------------------|-------------------|--------------------------------|--------------|--------------|
| | Dehn | | Phoenix ^{d)} | | |
| | Typ | | | | |
| | DEHNport 255 V | DEHNbloc /1 /3 | FLASHTRAB FLT 25-400 60-400 | | |
| Artikel-Nr. | 900 100 | 900 111 | 900 110 | 2809 717 | 2748 603 |
| Polzahl | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| Bemessungsspannung U_C in V ^{b)} | 255 | 255 | | 440 | 400 |
| Ansprechblitzstoßsp. in kV | ≤ 3,5 | ≤ 4 | | ≤ 4 | ≤ 4 |
| Folgestromlöschvermögen in kA | 4 (255) | 1,5 (255) | | 3,5 (230) | 4 (230) |
| Effektivwert bei (Spannung in V) | | | | 2,5 (440) | 3,5 (400) |
| Max. Vorsicherung gL in A ^{c)} | 250 | 100 | | 125 | 250 |
| Blitzstoßstrom (10/350) in kA | 75 | 25 pro Pol | | 25 | 60 |
| Höhe in mm | 90 | 90 | | 90 | 90 |
| Breite in mm | 36 | 36 | 72 | 17,5 | 35 |
| ausblasend | x | | | x | x |
| nicht ausblasend | | | x | | |

Zeichenerklärung: ^{b)} max. zulässige Betriebsspannung; ^{c)} Bedingung dafür, daß der Ableiter nicht zerstört wird.
^{d)} Baugleich mit
 – FLASHTRAB FLT25-400 sind F&G, Typ VFB-1, und OBO, Typ LA 25 B
 – FLASHTRAB FLT60-400 sind F&G, Typ VFB-2, und OBO, Typ LA 60 B

Tafel 8 Einige Blitzstromableiter für die Verwendung zwischen Neutralleiter und Schutzleiter im TT-System – „N-PE-Ableiter“ (ohne Gewähr für Richtigkeit)

| Hauptmerkmale | Hersteller | | |
|--|--------------|----------------|-------------------------|
| | Dehn | | Phoenix ^{g)} |
| | Typ | | |
| | DEHNgab B | DEHNgab B/n | FLASHTRAB FLT 100-TT |
| Artikel-Nr. | 900 130 | 900 132 | 2 749 602 |
| Bemessungsspannung U_C in V ^{b)} | 255 | 255 | 250 |
| Ansprechblitzstoßspannung in kV | ≤ 4 | ≤ 4 | ≤ 4 |
| Folgestromlöschvermögen ohne Vorsicherung in kA | 0,1 | 0,1 | 1,5 |
| Effektivwert bei (Spannung in V) | (255) | (255) | (230) |
| Blitzstoßstrom (10/350) in kA | 100 | 50 | 100 |
| Höhe in mm | 90 | 90 | 90 |
| Breite in mm | 36 | 36 | 35 |
| ausblasend | x | | x |
| nicht ausblasend | | x | |

Zeichenerklärung: ^{b)} max. zulässige Betriebsspannung.
^{g)} Baugleich mit FLASHTRAB FLT 100-TT ist F&G, Typ VFB-5.

Tafel 6 Einige folgestrombegrenzende Blitzstromableiter (ohne Gewähr für Richtigkeit)

| Hauptmerkmale | Hersteller | |
|--|------------------------------------|-----------------------|
| | Dehn | Phoenix |
| | Typ | |
| | DEHNport Maxi | FLASHTRAB FLT-PLUS |
| Artikel-Nr. | 900 104 | 2816386 |
| Polzahl | 1 | 1 |
| Bemessungsspannung U_C in V ^{b)} | 255 | 230 |
| Ansprechblitzstoßspannung in kV | 4 | 4 |
| Folgestromlöschvermögen ohne Vorsicherung in kA | 50 | 50 |
| Effektivwert bei (Spannung in V) | (255) | (230) |
| Blitzstoßstrom (10/350) in kA | 50 pro Pol 100 für alle Pole | 50 |
| Prinzip der Folgestrombegrenzung | e) | f) |
| Höhe in mm | 90 | 151 |
| Breite in mm | 36 | 36 |

Zeichenerklärung: ^{b)} max. zulässige Betriebsspannung; ^{e)} Wasserstoffabspaltung aus einem Isolierstoff (Prinzip des Hartgasschalters);
^{f)} Gestaltung der Elektroden als Hörner (Prinzip des Hörnerableiters), Spaltung des Lichtbogens in zwei Teile, weitere Spaltung, Kühlung und Entionisierung durch Löschbleche.
Erläuterung: Die Geräte sind ausblasend.

Tafel 7 Abhängigkeit des Zweig-Stoßstroms im Blitzstromableiter zwischen Neutralleiter und Schutzleiter von der Blitz-Schutzklasse

| Blitz-Schutzklasse | I | II | III / IV |
|-----------------------------|-----|----|----------|
| Zweig-Stoßstrom I_Z in kA | 100 | 75 | 50 |

7.3 Einsatz in den verschiedenen Systemen

7.3.1 TN-C-System

Beim TN-C-System gibt es den geringsten Aufwand und die wenigsten Probleme. Nach Bild 2a werden die drei Außenleiter über je einen Blitzstromableiter mit dem PEN-Leiter verbunden, der seinerseits über die Potentialausgleichsschiene Verbindung mit dem Blitzschutzsystem hat ([2], Anhang A, Bild A.1).

7.3.2 TN-S-System

Im TN-S-System werden vier Blitzstromableiter benötigt, die die drei Außenleiter und den Neutralleiter (N) mit dem Schutzleiter (PE) und der Potentialausgleichsschiene verbinden. Die Ausführung der Hauptleitung als TN-S-System hat jedoch keinen Vorteil für den Überspannungsschutz und zudem noch den Nachteil, daß fünf Adern benötigt werden. Zum TN-C-S-System siehe Abschn. 7.4.

7.3.3 TT-System

Beim TT-System müssen die Außenleiter über je einen Blitzstromableiter mit dem Neutralleiter (N) verbunden werden. Zwischen diesen und den Schutzleiter (PE) ist gemäß Bild 2b ein spezieller Blitzstromableiter einzufügen, der als „N-PE-Ableiter“ oder „Summenstrom-Ableiter“ bezeichnet wird und in Abweichung vom Abschn. 7.1 folgende Bedingungen erfüllt ([2], Abschn. 534.3.2 und Anhang A, Bild A.3):

- Er muß mit einer temporären Überspannung von AC 1200 V geprüft sein.
- Die Bemessungsspannung muß (nur) das

0,55fache der Nennwechselspannung der Außenleiter gegen Erde U_0 betragen, aber mindestens 250 V.

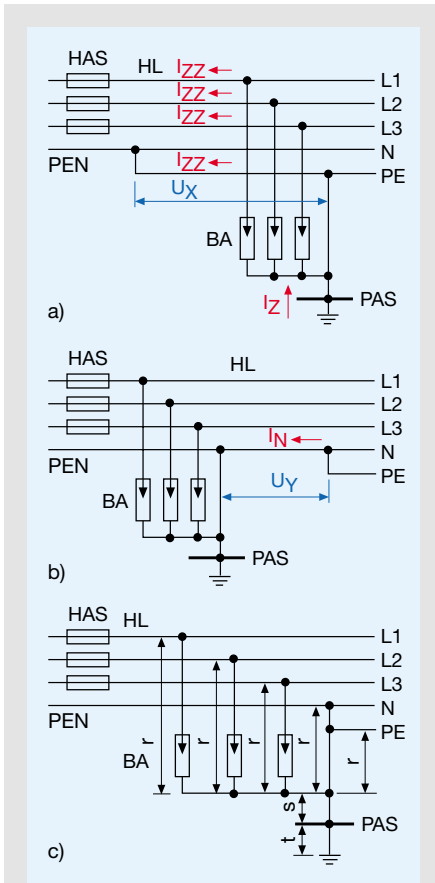
- Er muß (nur) ein Ausschaltvermögen von mindestens 100 A Effektivwert haben.
- Er muß hinsichtlich des Blitzstoßstroms gemäß Tafel 7 bemessen sein, weil er die Summe der Stoßströme **aller Leiter** der Hausanschlußleitung, also I_Z , führt.

Beispiele für solche speziellen Blitzstromableiter enthält die Tafel 8. Für die vorstehend beschriebene Schaltungsanordnung wird der Ausdruck „3+1-Schaltung“ benutzt.

7.4 Räumliche Anordnung

Wie bei den Schaltbildern in [2] und [14] wird hier davon ausgegangen, daß der Abzweig zu den Blitzstromableitern **hinter der Hausanschlußsicherung** liegt, obwohl eine Abweichung davon u. U. zweckmäßig sein kann und bereits vorgeschlagen wurde [13]. Dann können die Blitzstromableiter

- im oder beim Hausanschlußkasten
- im oder beim Zählerschrank angeordnet sein. Die Ausführungen nach a) sind nur bei der Installation des HAK im oder am Haus realisierbar. Ferner ist zu bedenken, daß der HAK in der Rechtsträgerschaft des EVU liegt und darum von diesem beschafft wird. Auch kann eine solche Ausführung mit sich bringen, daß die Hauptleitung fünfadrig ausgeführt werden muß. Die Anordnung nach b) hat gegenüber a) u. a. den Vorteil, daß wegen des Widerstands der Hauptleitung der Kurzschlußstrom an der Einbaustelle der Blitzstromableiter kleiner ist.



3 Vergleich der Einbauorte der Blitzstromableiter im TN-C-S-System
a) Unerwünschte Überspannung U_x zwischen Neutralleiter und Schutzleiter als Spannungsfall auf diesem zwischen Aufteilungs- und der Abzweigstelle, hervorgerufen durch den Zweig-Stoßstrom I_{ZZ}
b) Unerwünschte Beeinflussungsspannung U_y zwischen Potentialausgleichssystem und Schutzleiter als Spannungsfall auf dem PEN-Leiter zwischen der Abzweig- und der Aufteilungsstelle, hervorgerufen durch den Neutralleiterstrom I_N
c) Vorteilhafte Übereinstimmung von Abzweig- und Aufteilungsstelle
 r Leitungslänge zwischen HL und BA
 s Leitungslänge zwischen BA und PAS
 t Leitungslänge zwischen PAS und Erder des Hauses

Für die Minimierung der Überspannung und der Beeinflussung elektronischer Geräte ist es wichtig, daß die Verbindungsstelle des Hauptstromversorgungssystems mit dem Hauptpotentialausgleich am Einbauort der Blitzstromableiter liegt. Im TN-C-S-System darf der Abzweig zu den Blitzstromableitern **nicht hinter** der Stelle der Aufteilung des PEN-Leiters in Neutral- und Schutzleiter (Grenze von TN-C-System und TN-S-System) liegen, denn in diesem Fall würde der Impulsstrom I_{ZZ} wie im Bild 3a angedeutet eine unerwünschte Überspannung U_x hervorrufen. Die Anordnung des Abzweigs zu den Blitzstromableitern **vor** der Aufteilungsstelle kann

einen gewissen Nachteil nach Bild 3b haben. Am besten ist die übereinstimmende Lage entsprechend Bild 3c. Liegen der Anschluß des Hauptpotentialausgleichs, der Abzweig zu den Blitzstromableitern und die Aufteilung des PEN-Leiters im oder beim Zählerschrank, so genügen vier Adern in der Hauptleitung, die Hauptleitung ist dann elektrisch als eine Verlängerung der Hausanschlußleitung zu betrachten, wengleich sie einen kleineren Leiterquerschnitt haben kann.

Die trotz des Grobschutzes in der Schutzzone 1 auftretende Überspannung hängt nicht nur von der Stärke des Impulsstroms und von den Eigenschaften der Blitzstromableiter ab, sondern auch von den Impedanzen der Anschlußleitungen. Diese müssen darum möglichst kurz sein. Das gilt ganz besonders für die Leitung zwischen der Hauptleitung und den Blitzstromableitern. Deren Länge (r im Bild 3c) soll nach Möglichkeit nicht mehr als 0,5 m betragen. Auch die Verbindung zur Potentialausgleichsschiene (s) muß kurz sein. Die Länge des Haupterdungsleiters von der PAS zum Erder (t) ist nicht ganz so kritisch, soll aber auch so kurz wie möglich sein. Daraus ergibt sich, daß die Blitzstromableiter und die PAS im Keller angeordnet werden müssen – in nicht unterkellerten Gebäuden oder in hochwassergefährdeten Gebieten notgedrungen im Erdgeschoß. Bei Freileitungsanschlüssen muß die Hauptleitung also in den Keller bzw. in das Erdgeschoß geführt werden. Damit entsteht allerdings die Gefahr von Überschlügen zwischen dem Hausanschluß und dem Baukörper. Darum ist es zweckmäßig, auch bei Freileitungsnetzen die Hausanschlußleitungen als Erdkabel auszuführen, was schon aus anderen Gründen zunehmend praktiziert wird. Dachständer sind mit einem richtigen inneren Blitzschutz unvereinbar.

Die Blitzstromableiter und ihre Anschlußleitungen unterliegen, wenn sie von Blitzstoßströmen und Folgeströmen durchflossen werden, einer gegenseitigen magnetischen Kraftwirkung, die bei unzureichender Dimensionierung oder mangelhafter Befestigung der Leiter zu Schäden führen kann. Dieses Thema wird im nächsten Heft behandelt.

8 Einvernehmen mit dem EVU

Der Einsatz der Blitzstromableiter im Hauptstromversorgungssystem (Bereich vor den Zählern) bedarf mit all seinen Einzelheiten der Zustimmung des zuständigen EVU. Darum ist es sehr ratsam, mit diesem schon im Anfangsstadium der Planung in Verbindung zu treten und Einvernehmen herzustellen. Die Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke e. V. (VDEW) hat dafür eine Richtlinie [14] herausgegeben.

9 Sicherungen

Die im Bild 2 gestrichelt gezeichneten Sicherungen BAS sind nachteilig, um nicht zu sagen gefährlich. Ihr Ansprechen macht den Grobschutz und damit den gesamten Überspannungsschutz unwirksam.

Literatur

[1] **Entwürfe E** DIN VDE 0675-6/**VDE 0675 Teil 6:1989-11**, **E** DIN VDE 0675-6/A1/**VDE 0675 Teil 6/A1: 1996-03** und **E** DIN VDE 0675-6/A2/**VDE 0675 Teil 6/A2: 1996-10**.
 [2] Manuskript **Vornorm** DIN V VDE V 0100-534/**VDE V 0100 Teil 534:1998-08** Elektrische Anlagen von Gebäuden; Auswahl und Errichtung von Betriebsmitteln; Schaltgeräte und Steuergeräte; Überspannungsschutzeinrichtungen.
 [3] **DIN VDE 0185-103/VDE 0185 Teil 103: 1997-09** Schutz gegen elektromagnetischen Blitzimpuls; Teil 1: Allgemeine Grundsätze (IEC 1312-1:1995, modifiziert).
 [4] **Vornorm** DIN V ENV 61024-1/**VDE V 0185 Teil 100:1996-08** Blitzschutz baulicher Anlagen; Teil 1: Allgemeine Grundsätze (IEC 1024-1:1990, modifiziert).
 [5] **DIN VDE 0100-410/VDE 0100 Teil 410: 1997-01** Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Teil 4: Schutzmaßnahmen; Kapitel 41: Schutz gegen elektrischen Schlag.
 [6] **DIN VDE 0100 Teil 540:1991-11** –; Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel; Erdung, Schutzleiter, Potentialausgleich.
 [7] *Hering, E.*: Potentialausgleichsleiter und Querschnitte für Leiter des Hauptpotentialausgleichs. *Elektropraktiker*, Berlin 50(1996) 4, S. 243.
 [8] *Raab, V.; Zahlmann, P.*: Folgestrombegrenzender Blitzstromableiter für Hauptstromversorgungssysteme. *Elektropraktiker*, Berlin 51(1997)12, S. 1062-1066.
 [9] *Raab, V.; Zahlmann, P.*: Kurzschlußschutz von Blitzstromableitern. *Elektropraktiker*, Berlin 52(1998)5, S. 454-457; und 6, S. 552-555.
 [10] *Schimanski, J.; Scheibe, K.*: Einsatz von Blitzstromableitern mit hohem Folgestromlöschvermögen. Aus dem VDE-Fachbericht 52 – Neue Blitzschutznormen in der Praxis. Berlin/Offenbach: VDE-Verlag 1997.
 [11] *Danovsky, V.*: Blitzstromableiter. *Elektroinstallation*, Offenbach (1998)2, S. 36-37.
 [12] *Noack, F.; Pospiech, J.*: Kurzschluß-Kenngrößen von Niederspannungsnetzen. *etz*, Berlin/Offenbach (1995) 5, S. 38-40.
 [13] *Noack, F.; Schönau, J.; Brocke, R.*: Einfluß der Blitzstromtragfähigkeit von Überstrom-Schutzeinrichtungen auf den Blitzschutz in Niederspannungs-Netzen. Aus dem VDE-Fachbericht 52 – Neue Blitzschutznormen in der Praxis. Berlin/Offenbach: VDE-Verlag 1997.
 [14] **VDEW** (Herausgeber): Überspannungsschutzeinrichtungen der Anforderungskategorie B – Richtlinie für den Einsatz in Hauptstromversorgungssystemen. 1. Auflage. Frankfurt am Main: Verlags- und Wirtschaftsgesellschaft der Elektrizitätswerke mbH (VDEW) 1998.