Verfügbare Blitzstromableiter für Hauptstromversorgungssysteme

E. Hering, Dresden

Der Beitrag gibt eine Übersicht über die auf dem Markt befindlichen Überspannungs-Schutzeinrichtungen der Anforderungsklasse B, auch „Blitzstromableiter" genannt, die für den Einsatz im Hauptstromversorgungssystem (Anlageteil vor den Zählern) in Netzen mit der Nennspannung 230/400 V geeignet sind. Die für die Auswahl wichtigen Kenngrößen werden erläutert.

1 Auswahl und Installation

Für Auswahl und Installation der Blitzstromableiter (und auch der anderen Überspannungs-Schutzeinrichtungen) gilt die Vornorm VDE V 0100 Teil 534 [1]. Deren Befolgung soll die Gefahr eines elektrischen Schlags vermeiden und die Wirksamkeit des Überspannungsschutzes gewährleisten. Einzelheiten über die Ausführung des Überspannungs-Grobschutzes können u. a. aus [2] bis [9] entnommen werden.

Beim TN-System werden gemäß Bild ❶ a) die Außenleiter (L1, L2, L3) über je einen L-Blitzstromableiter BL mit dem PEN-Leiter verbunden. Im TT-System muss die so genannte 3+1-Schaltung nach Bild ❶ b) angewendet werden, bei der die L-Blitzstromableiter BL zwischen den Außenleitern und dem Neutralleiter (N) liegen und ein N-PE-Blitzstromableiter BN zwischen diesem und dem Schutzleiter (PE) eingefügt ist [1][2][3][9]. Die Ausdrücke „L-Ableiter" und „N-PE-Ableiter" sind (noch) nicht genormt. Letztgenannter ist jedoch schon weit gehend eingeführt. Der Ausdruck L-Ableiter wird von einigen Firmen gebraucht. Er ist durch den Anschluss an jeweils einen Außenleiter (L) begründet und wird hier zur Unterscheidung vom N-PE-Ableiter angewendet.

2 Tafeln für die Übersicht

Die Übersicht über die verfügbaren Erzeugnisse geben

- die Tafel ❶ für die L-Blitzstromableiter
- die Tafel ❷ für die N-PE-Blitzstromableiter.

Diese Tafeln enthalten nur Blitzstromableiter auf Funkenstreckenbasis, die nach der vom VDEW herausgegebenen Einsatzrichtlinie [10] im Hauptstromversorgungssystem verwendet werden dürfen und nach Meinung des Verfassers auch dafür geeignet sind. Die Blitzstromableiter müssen nach den Entwürfen VDE 0675 Teil 6:1989-11 und Teil 6/A1: 1996-03 (L-Ableiter) bzw. Teil 6/A2:1996-10 (N-PE-Ableiter) geprüft sein.

Typen mit gemeinsamer Positionsnummer sind bau- und datengleich. Im Hinblick darauf, dass die Betriebsspannung zwischen Außenleiter und PEN-Leiter oder Neutralleiter 230 V beträgt, müssen die Geräte eine Bemessungsspannung U_C von mindestens 1,1 · 230 V = 253 V aufweisen ([1], Abschn. 534.3.1). Üblich sind 255 V sowie 260 V. Erzeugnisse, deren Positionsnummer mit einem Sternchen „*" versehen ist, haben U_C = 440 V und sind deshalb auch für Spannungen von 400 V geeignet. Die Verwendbarkeit für 230 V ist dabei nicht beeinträchtigt.

Die Werte in den Tafeln ❶ und ❷ beruhen auf Angaben der jeweiligen Firmen. Es empfiehlt sich, nach Auswahl eines Gerätes sich von dort ausführliche technische Unterlagen (Datenblatt, Angaben über bestandene Prüfungen und erteilte Prüfzeichen, Einbauanleitung) anzufordern. Die vollständigen Namen und die Firmensitze enthält Tafel ❸.

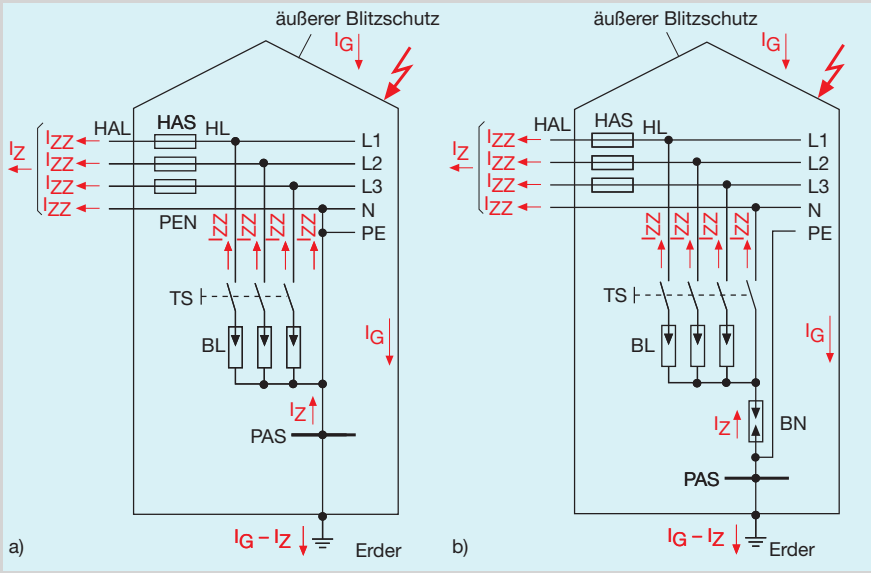
Die Tafeln ❶ und ❷ entsprechen dem Stand vom Januar 2001. Es können jederzeit Verbesserungen der Kenngrößen eintreten, zusätzliche Ausführungen erscheinen und/oder Lieferprogramme geändert werden. Die Bedeutung der wichtigsten Kenngrößen wird in den Abschnitten 3 und 4 erläutert.

3 Kenngrößen der L-Blitzstromableiter

3.1 Polzahl und Blitzstoßstrom–Tragfähigkeit

Die meisten L-Ableiter sind einpolig. Bei Drehstrom werden drei Ableiter gemäß Bild ❶ miteinander verbunden. Ein dreipoliger L-Ableiter hat den Vorteil, dass er die Verbindungen schon enthält.

Die zu erwartenden und bei der Planung zu berücksichtigenden Blitzstoßströme ([11],



❶ **Verzweigung des Blitzstoßstroms beim Direkteinschlag in den äußeren Blitzschutz.**
a) Haus mit Hauptleitung im TN-C-System
b) Haus mit Starkstromanlage im TT-System
BL L-Blitzstromableiter; BN N-PE-Blitzstromableiter; HAL Hausanschlussleitung; HAS Hausanschlusssicherung; HL Hauptleitung; I_G gesamter Blitzstoßstrom; I_Z über die Hausanschlussleitung zu fernen Erdern fließender Zweig-Stoßstrom; I_{ZZ} pro Ader der Hausanschlussleitung und pro L-Blitzstromableiter fließender Zweig-Stoßstrom; PAS Potentialausgleichschiene; TS Trennschalter für Messzwecke
Die Richtung der Strompfeile entspricht der Fortpflanzungsrichtung der Stoßströme und -spannungen.

Autor

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

Tafel 1 L-Blitzstromableiter (Ohne Gewähr)

Position	Firma, Typ	Polzahl	Blitzstoßstrom (10/350) pro Pol I_{imp} in kA	Max. Ansprechblitzstoßspannung U_p in kV	Folgestromlöschvermögen I_f in kA a)	Max. Sicherungsnennstrom (gL/gG) in A	g oder o	Max. Anschlussleiterquerschnitt in mm² b)	Breite in TE, je 17,5 mm
Einfache									
1	Pröpster, P-BM 230 Citel, DS 100 SG	1	35	4	1,5	100	g	50	1
2	Pröpster, P-BM 3	3	35	4	1,5	100	g	50	4
3*	Phoenix, FLT 35-260 Moeller, VFB-35/440	1	35	4	3	125	g	35	1
4	Dehn, DEHNbloc/1 ABB, Limitor NB-B AEG, VBAB1 Hager, SP 120 Siemens, 5SD7 056	1	50	4	3	160	g	50	2
5	Dehn, DEHNbloc/3 AEG, VBAB3 Hager, SP 320	3	25	4	3	160	g	50	4
6	Dehn, DEHNbloc NH	1	50	4	3	160	g	d)	d)
Folgestromreduzierende									
7	Leutron, PowerProBTr	1	50	4	4	250	g	50	2
8*	Phoenix, FLT 25-400 Moeller, VFB-1 OBO, LA 25 B	1	25	4	3,5	125	o	35	1
9*	Phoenix, FLT 60-400 Moeller, VFB-2 OBO, LA 60 B	1	60	4	4	250	o	50	2
10	Dehn, DEHNport 255 ABB, Limitor M-B AEG, VBA Hager, SP 175 Kleinhuis, 1440/60 Siemens, 5SD7 050	1	75	3,5	4	250	o	50	2
Folgestrombegrenzende									
11	Dehn, DEHNport Maxi	1	50	4	50	c)	o	50	2
12	Phoenix, FLT-PLUS	1	50	4	50	250	o	50	2
13	OBO, MC 50-B e)	1	50	2	12,5	500	g	2·35	2

a) Effektivwert bei 230 V; b) mehrdrähtig; c) unbegrenzt; d) für NH-Unterteil; e) trennbar; g geschlossen (nicht ausblasend); o offen (ausblasend)

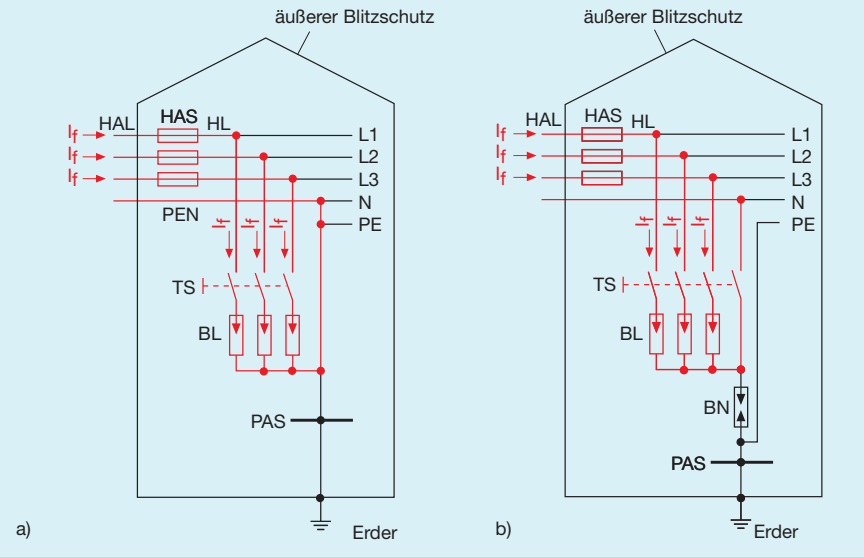
Tafel 2 N-PE-Blitzstromableiter (Ohne Gewähr)

Position	Firma, Typ	Blitzstoßstrom (10/350) I_{imp} in kA	Max. Ansprechblitzstoßspannung U_p in kV	Folgestromlöschvermögen I_f in kA a)	g oder o	Max. Anschlussleiterquerschnitt in mm² b)	Breite in TE, je 17,5 mm
1	Pröpster, P-N/PE	100	4	0,1	g	50	1
2	OBO, MC 125-B/NPE	125	2,5	0,1	g	2·35	1
3	Dehn, DEHNgap B/n ABB, Limitor GN-B AEG, VBANPE Hager, SP 150 Siemens, 5SD7 060	100	4	0,1	g	50	2
4	D., DEHNgap B/NH/n	50	4	0,1	g	d)	d)
5	Dehn, DEHNgap B ABB, Limitor G-B Kleinhuis, 1440/100 TT Siemens, 5SD7 057	100	4	0,1	o	50	2
6	Phoenix, FLT 100-260 Moeller, VFB-100/260	100	4	0,35	g	50	2
7	Moeller, VFB 5	100	4	1,5	o	50	2

a) Effektivwert bei 230 V; b) mehrdrähtig; d) für NH-Unterteil; g geschlossen (nicht ausblasend); o offen (ausblasend)

Tafel 3 Vollständige Namen und Firmensitze

Kurzname	Vollständiger Name und Sitz
ABB	ABB Stotz-Kontakt GmbH, 69123 Heidelberg
AEG	AEG Niederspannungstechnik GmbH & Co. KG, 51105 Köln
Citel	Citel Electronics GmbH, 40239 Düsseldorf
Dehn	Dehn + Söhne GmbH + Co. KG, 92318 Neumarkt
Hager	Hager Elektro GmbH, 66440 Blieskastel
Kleinhuis	Hermann Kleinhuis GmbH + Co. KG, 58507 Lüdenscheid
Leutron	Leutron GmbH, 70771 Leinfelden-Echterdingen
Moeller	Moeller Gebäudeautomation KG (früher Felten & Guilleaume Austria), A – 3943 Schrems
OBO	OBO Bettermann GmbH & Co., 58710 Menden
Phoenix	Phoenix Contact GmbH & Co., 32825 Blomberg
Pröpster	J. Pröpster GmbH, 92318 Neumarkt
Siemens	Siemens AG, 91050 Erlangen



❷ Folgestrom I_f nach dem Ansprechen der L-Blitzstromableiter durch eine Stoßspannung.
a) Haus mit Hauptleitung im TN-C-System;
b) Haus mit Starkstromanlage im TT-System
Die Richtung der Strompfeile bedeutet nicht die Stromrichtung.

Abschn. 1.5 und Tabelle 2; [12], Abschn. 2.2 und Bild 1) sind in der Tafel 4 angegeben. Den Blitzstoßstrom und seine Zweigströme erläutert Bild ❶. Für sie wird die Welle (10/350 µs) angenommen.

Die Blitzstoßstrom-Tragfähigkeit (10/350 µs) I_{imp} wird in der Tafel 1 um der Korrektheit, Eindeutigkeit und Vergleichbarkeit willen **immer nur pro Pol** angegeben, **auch bei dreipoligen Ableitern**. Sie muss mindestens so groß wie der Zweig-Stoßstrom I_{ZZ} in der letzten Zeile von Tafel 4 (für $v = 0{,}5$) sein ([1], Abschn. 534.3.1.1 und Tabelle 534.3.1.1 für das TN-System sowie Abschn. 534.3.2.1 und Tabelle 534.3.2.1 für das TT-System; [12], Abschn. 3.4.1.1). Bei Starkstromanlagen mit Vierleiter-Hausanschluss ($m = 4$) genügt für alle Blitz-Schutzklassen eine Blitzstoßstrom-Tragfähigkeit von 25 kA (10/350 µs). Diese wird von allen in der Tafel 1 enthaltenen L-Ableitern erfüllt. Bei einem Zweileiter-Hausanschluss ($m = 2$) trifft das nur für die Schutzklassen III und IV zu.

3.2 Ansprechblitzstoßspannung

Die Ansprechblitzstoßspannung U_P hat Bedeutung für die Schutzwirkung. Sie war früher einheitlich maximal 4 kV (Scheitelwert). Neuerdings werden einige Erzeugnisse mit kleineren Werten ausgeführt. Je kleiner die Ansprechblitzstoßspannung ist, um so leichter und häufiger spricht der Blitzstromableiter an, was auch nachteilig sein kann, weil dieser dadurch einer stärkeren Abnutzung unterliegt.

3.3 Folgestromlöschvermögen und Sicherungsnennstrom

In den Blitzstromableitern zündet die Stoßspannung einen Lichtbogen, wodurch sie vom isolierenden in einen niederohmigen Zustand überführt werden. Darauf beruht ihre Wirkung als Überspannungs-Schutzeinrichtung. Nach Wegfall der Stoßspannung fließt entsprechend Bild ❷ ein von der Wechselspannung getriebener Folgestrom I_f über die Lichtbögen und die vorgeordneten Anlageteile. Wegen des kleinen Widerstands der Lichtbögen wirkt der Folgestrom wie ein Kurzschlussstrom. Der Blitzstromableiter muss im Stande sein, spätestens nach einer Halbwelle des Wechselstroms durch das Löschen des Lichtbogens den isolierenden Zustand wieder herzustellen. Damit das gewährleistet ist, muss das Folgestromlöschvermögen I_f der L-Blitzstromableiter (Effektivwert) mindestens so groß sein wie der Effektivwert des prospektiven (unbeeinflussten) Kurzschlussstroms an der Einbaustelle.

Die Tafel ❶ lässt erkennen, dass zwischen dem Folgestromlöschvermögen und dem maximalen Sicherungsnennstrom ein gewisser Zusammenhang besteht. Der angegebene maximale Sicherungsnennstrom darf von der vorgeordneten Sicherung (in den Bildern ❶ und ❷ die HAS) nicht überschritten werden. Das darf aber nicht dazu führen, dass der Nennstrom der vorgeordneten Sicherung in Abhängigkeit von den Blitzstromableitern begrenzt wird. Vielmehr sollten umgekehrt die Blitzstromableiter in Abhängigkeit vom vorgesehenen Nennstrom der Sicherung (z. B. der HAS) ausgewählt werden.

Hinsichtlich des Folgestromlöschverhaltens sind die L-Ableiter hier wie folgt eingeteilt:

- **Einfache:** Der Folgestrom wird spätestens nach einer Halbwelle gelöscht und während dieser Zeit nur wenig in seiner Größe beeinflusst.
- **Folgestromreduzierende:** Durch die Reihenschaltung zweier Lichtbögen in jedem Ableiter wird der Folgestrom hinsichtlich seiner Größe und Dauer merklich herabgesetzt.
- **Folgestrombegrenzende:** Der Folgestrom wird sowohl bezüglich seiner Größe als auch seiner Dauer sehr erheblich begrenzt. Das beruht
  – beim DEHNport Maxi auf einer Beblasung und Kühlung des Lichtbogens durch ein Gas, das vom umgebenden Kunststoff erzeugt wird (Prinzip des Hartgasschalters) [14];
  – beim FLT-PLUS auf der Gestaltung der Elektroden als Hörner (Prinzip des Hörnerableiters), Spaltung des Lichtbogens in zwei Teillichtbögen sowie weitere Spaltung, Kühlung und Entionisierung durch Löschbleche [15];
  – beim MC 50-B auf der Reihenschaltung von 9 Funkenstrecken [16].

Die vorgeordnete Sicherung (z. B. die HAS) wird sowohl vom Zweig-Stoßstrom I_{ZZ} (siehe Bild ❶) als auch vom Folgestrom I_f (siehe Bild ❷) thermisch beansprucht. Das kann u. U. zu ihrem Ansprechen führen. Die sich daraus ergebenden Probleme werden im Abschnitt 5 behandelt.

3.4 Offenes oder geschlossenes Erzeugnis

Offene (ausblasende) Geräte müssen in ein plombierbares schutzisoliertes Gehäuse mit der Schutzart IP 54, das vom Hersteller der Blitzstromableiter dafür bestimmt ist, eingebaut werden. Geschlossene (nicht ausblasende) dürfen in andere plombierbare schutzisolierte Gehäuse, auch in Zählerschränke, montiert werden.

3.5 Anschlussleiterquerschnitt

Der Leiterquerschnitt der Zuleitung zu den Blitzstromableitern muss an den Nennstrom der vorgeordneten Sicherung (z. B. HAS) angepasst sein. Weil die Blitzstromableiter keinen Überlaststrom verursachen können, braucht die Bemessung allerdings nicht nach den Regeln des Überlastschutzes, sondern nur für den Kurzschlussschutz zu erfolgen.

4 Kenngrößen der N-PE-Blitzstromableiter

4.1 Polzahl und Blitzstoßstrom-Tragfähigkeit

Wie Bild ❶ b) zeigt, wird für den N-PE-Ableiter BN nur ein einziger Pol benötigt. Die Blitzstoßstrom-Tragfähigkeit (10/350 µs) I_{imp} muss mindestens so groß wie der Zweig-Stoßstrom I_Z für $v = 0{,}5$ nach Tafel ❹ sein ([1], Abschn. 534.3.2.1 und Tabelle 534.3.2.1; [12], Abschn. 3.4.1.1). Eine Blitzstoßstrom-Tragfähigkeit von 100 kA (10/350 µs) genügt für alle Blitz-Schutzklassen.

4.2 Ansprechblitzstoßspannung

Das im Abschnitt 3.2 für die L-Ableiter Gesagte gilt auch hier.

4.3 Folgestromlöschvermögen

Wie aus Bild ❷ b) ersichtlich ist, fließt zwischen dem Neutralleiter (N) und dem Schutzleiter (PE) kein großer Folgestrom. Darum wird nur ein Folgestromlöschvermögen I_f von mindestens 0,1 kA Effektivwert gefordert ([1], Abschn. 534.3.2.1).

Tafel ❹ Spezifische Energie und Blitzstoßströme (10/350 µs) in Abhängigkeit von der Blitz-Schutzklasse

Blitz-Schutzklasse	I	II	III/IV
$P = W/R$ f) g) in kJ/Ω = kA²s	10 000	5 600	2 500
I_G in kA f)	200	150	100
I_Z in kA g)	$v \cdot 200$	$v \cdot 150$	$v \cdot 100$
I_Z in kA h) für $v = 0{,}5$	100	75	50
I_{ZZ} in kA g)	$\frac{v \cdot 200}{m}$	$\frac{v \cdot 150}{m}$	$\frac{v \cdot 100}{m}$
I_{ZZ} in kA h) für $v = 0{,}5$	$\frac{100}{m}$	$\frac{75}{m}$	$\frac{50}{m}$

$P = W/R$ spezifische Energie für I_G; I_G gesamter Blitzstoßstrom; I_Z Zweig-Stoßstrom im Hausanschluss; I_{ZZ} Zweig-Stoßstrom pro Leiter des Hausanschlusses; v Verzweigungsquotient; m Anzahl der an der Stromleitung beteiligten Leiter des Hausanschlusses, z. B. $m = 4$ beim Vierleiter-Anschluss; f) Die Werte sind aus VDE V 0185 Teil 100 [11] und VDE 0185 Teil 103 [12] entnommen. g) Formelzeichen P, I_Z, I_{ZZ} und v vom Verfasser; h) Diese auf $v = 0{,}5$ beruhenden Werte sollen lt. VDE 0185 Teil 103 [12] und VDE V 0100 Teil 534 [1] der Bemessung der Blitzstromableiter zu Grunde gelegt werden. Alle Blitzstoßströme sind Scheitelwerte.

Tafel ❺ Spezifische Energie durch Folgestrom in Abhängigkeit vom prospektiven Kurzschlussstrom bei einfachen und folgestromreduzierenden L-Blitzstromableitern

I_K in kA	Einfache $I_f = I_K$	Folgestromreduzierende Position in Tafel ❶		
		10	8 und 9	7
	Max. P_F in kA²s bei 230 V			
0,4	1,6	0	0,5	
0,6	3,6	0	1,1	
0,8	6,4	0	1,9	
1,0	10,0	0	3,6	
1,2	14,4	0	4,3	
1,4	19,6	0	5,7	
1,6	25,6	0	7,5	
1,8	32,4	0	9,4	
2,0	40,0	13,9	10,0	
2,5	62,5	22,3	16,9	
3,0	90,0	33,0	22,5	8,8
3,5	123,0	43,7	32,4	
4,0	160,0	65,0	40,0 i)	11,3

I_K Effektivwert des prospektiven (unbeeinflussten) Kurzschlussstroms; I_f Effektivwert des Folgestroms; P_f spezifische Energie durch Folgestrom; i) nur für Position 9;
Werte für einfache: $P_F = I_K^2 \cdot 0{,}01$ s
Werte für folgestromreduzierende nach Angaben der Firmen Dehn (Pos. 10), Phoenix (Pos. 8 und 9) und Leutron (Pos. 7). Für die leeren Zellen lagen keine Angaben vor.

5 Blitzstromableiter und Sicherungen

Blitzstromableiter dürfen nicht dadurch unwirksam werden, dass Überstrom-Schutzeinrichtungen sie vom Hauptstromversor-

Tafel 6 Spezifische Energie durch Folgestrom in Abhängigkeit vom prospektiven Kurzschlussstrom bei folgestrombegrenzenden L-Blitzstromableitern

I_K in kA	Position in Tafel 1		
	11	12	13
	Max. P_F in kA²s bei 230 V		
0,4	0	0,1	
0,6	1,4	0,1	
1	1,8	0,1	
2	2,1	0,5	
3	2,3	1,1	
4	2,4	2,0	
5	2,5	3,0	
6	2,6	4,4	
8	2,8	7,7	
10	3,0	12	
12,5			2,7
15	3,3	27	
20	3,5	48	

Werte für Position 11 nach Diagramm in [13], für Position 12 nach Angaben der Fa. Phoenix und für Position 13 nach Angaben der Fa. OBO. Für die leeren Zellen lagen keine Angaben vor.

gungssystem trennen. Deswegen verwirft der Verfasser Vorsicherungen in der Zuleitung zu den Blitzstromableitern. An ihrer Stelle muss die Hausanschlusssicherung HAS die in den Abschnitten 3.3 und 3.5 erwähnten Aufgaben mit übernehmen.

Wie bereits im Abschnitt 3.3 angedeutet, wird die HAS zunächst vom Zweig-Stoßstrom I_{ZZ} und anschließend durch den Folgestrom I_f thermisch belastet. Die für die Wärmeentwicklung maßgebenden spezifischen Energien P_{ZZ} und P_F addieren sich, weil in der kurzen Zeit der Vorgänge keine Wärmeabgabe möglich ist.

$$P_R = P_{ZZ} + P_F \qquad (1)$$

P_R resultierende spezifische Energie
P_{ZZ} spezifische Energie durch I_{ZZ}
P_F spezifische Energie durch I_f

Dabei ist die durch den Betriebsstrom verursachte Vorerwärmung der Überstrom-Schutzeinrichtungen, an die außer den Blitzstromableitern auch die Verbraucher angeschlossen sind, noch nicht berücksichtigt. Die spezifische Energie des Zweig-Stoßstroms I_{ZZ} errechnet sich wie folgt:

$$P_{ZZ} = 2500\ \text{kA}^2\text{s}\ (\ I_{ZZ} / 100\ \text{kA}\ )^2 \qquad (2)$$

So ergeben sich beispielsweise 25 kA²s bei 10 kA und 100 kA²s bei 20 kA.

Die mit dem Folgestrom I_f verbundene spez. Energie P_F ist vom prospektiven (unbeeinflussten) Kurzschlussstrom an der Einbaustelle und vom Folgestromlöschverhalten der L-Blitzstromableiter abhängig. Sie kann den Tafeln 5 und 6 entnommen werden. Soll zur Erzielung einer hohen Versorgungszuverlässigkeit das Ansprechen der vorgeordneten Überstrom-Schutzeinrichtungen vermieden werden, so muss deren spez. Energie (Durchlasswert) größer als die resultierende spez. Energie P_R nach Gleichung (1) sein.

Dazu bieten sich die folgenden Maßnahmen an:

a) Wahl von Überstrom-Schutzeinrichtungen mit großer spez. Energie ([6], Abschn. 2.2 und 4.6 sowie Tafel 7). Die spez. Energie der Überstrom-Schutzeinrichtungen hängt stark von deren Nennstrom und Art ab. Spannungsunabhängige selektive Leitungsschutzschalter nach Entwurf zu VDE 0645 (SHU-Schalter)[1] haben eine bedeutend größere spez. Energie als NH-Sicherungen ([6], Tafel 7).

b) Begrenzung der spez. Energie P_{ZZ} durch dahingehende Gestaltung der Starkstromanlage und der Erder ([6], Abschn. 4.2 bis 4.4).

c) Wahl von L-Blitzstromableitern mit kleiner spez. Energie P_F aus den Tafeln 5 und 6.

Zur Begrenzung des Umfangs dieses Beitrags muss bezüglich der Punkte a) und b) auf [6] verwiesen werden, wo die Maßnahmen ausführlich beschrieben sind.

Literatur

[1] **Vornorm** DIN V VDE V 0100-534/**VDE V 0100 Teil 534:1999-04** Elektrische Anlagen von Gebäuden; Auswahl und Errichtung von Betriebsmitteln; Teil 534: Überspannungs-Schutzeinrichtungen.

[2] *Raab, V.:* Überspannungsschutz in Verbraucheranlagen. Berlin: Verlag Technik 1998.

[3] *Hering, E.:* Blitzschutz-Potentialausgleich, Trennfunkenstrecken und Blitzstromableiter. Elektropraktiker, Berlin 53 (1999) 2, S. 122-126.

[4] *Hering, E.:* Magnetische Kräfte an den von Blitzstoßströmen durchflossenen Leitern. Elektropraktiker, Berlin 53 (1999) 3, S. 217-218.

[5] *Hering, E.:* Blitzstromableiter und Einsatzrichtlinie. Elektropraktiker, Berlin 53 (1999) 4, S. 302-305.

[6] *Hering, E.:* Blitzstromableiter und Überstrom-Schutzeinrichtungen. Elektropraktiker, Berlin 53 (1999) 7, S. 630-634.

[7] *Hering, E.:* Blitzstromableiter und Gehäuse. Elektropraktiker, Berlin 53 (1999) 8, S. 706-707.

[8] *Hering, E.:* Überspannungs-Grobschutz im Einfamilienhaus. Elektropraktiker, Berlin 54 (2000)8, S. 668-674.

[9] *Hering, E.:* 3+1-Schaltung und N-PE-Ableiter. Elektropraktiker, Berlin 54(2000)10, S. 834-836.

[10] DEW (Herausgeber): Überspannungs-Schutzeinrichtungen der Anforderungsklasse B – Richtlinie für den Einsatz in Hauptstromversorgungssystemen. Frankfurt am Main: Verlags- und Wirtschaftsgemeinschaft der Elektrizitätswerke mbH (VWEW) 1998.

[11] **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).

[12] DIN VDE 0185-103/**VDE 0185 Teil 103:1997-09** Schutz gegen elektromagnetischen Blitzimpuls; Teil 1: Grundsätze (IEC 1312-1:1995, modifiziert).

[13] *Raab, V; Zahlmann, P.:* Kurzschlußschutz von Blitzstromableitern. Elektropraktiker, Berlin 52 (1998)5, S. 454-457; 6; S. 552-555.

[14] *Raab, V.; Zahlmann, P.:* Folgestrombegrenzender Blitzstromableiter für Hauptstromversorgungssysteme. Elektropraktiker, Berlin 51 (1997)12, S. 1062-1066.

[15] *Scheibe, K.; Schimanski, J.:* Blitzstromableiter mit frei wählbarer Zündspannung und hohem Netzfolgestrom-Löschvermögen. de 73(1998) 12, S. 1080-1083.

[16] *Drilling; Droldner, Jordan; Meppelink; Trinkwald:* Geschlossene Blitzstromableiter mit erweitertem Betriebsbereich. Elektroinstallation. 5(2000)2, S. 16-19; etz 121 (2000)7-8. ■

1) Das sind die „Hauptsicherungsautomaten Baureihe S 700“ der Fa. ABB Stotz-Kontakt, die „Hauptsicherungsautomaten Baureihe HA“ der Fa. ABL Sursum, die „Hauptsicherungsautomaten Baureihe EY“ der Fa. Geyer, die „Hauptsicherungsautomaten Baureihe S 700“ der Fa. Elektroinstallation Annaberg und die „SHU-Schalter Baureihe 5SP3“ der Fa. Siemens.