Aktuelle Blitzstromableiter für Hauptstromversorgung

E. Hering, Dresden

Der Beitrag behandelt die verfügbaren Überspannungsschutzgeräte des Typs 1, die für den Einsatz im Hauptstromversorgungssystem geeignet sind. Er ersetzt die vorige zu diesem Thema erschienene Veröffentlichung [1], die durch zahlreiche bedeutende Entwicklungen und daraus resultierende Änderungen der Lieferprogramme inaktuell geworden ist. Zudem werden die für die Auswahl wichtigen Daten erläutert und angegeben.

1 Aufgabe von Blitzstromableitern

Blitzstromableiter haben die Aufgabe, Außen- und Neutralleiter der Hauptleitungen von Starkstromanlagen in den Blitzschutz-Potentialausgleich einzubeziehen und damit dem inneren Blitzschutz der Gebäude zu dienen. Sie bewirken den Überspannungs-Grobschutz. Zum vollständigen Schutz der elektrischen Anlagen und Betriebsmittel gehören auch Überspannungsschutzgeräte Typ 2 (Mittelschutz) und Typ 3 (Feinschutz), die hier nicht behandelt werden.

Der Überspannungsschutz wird auch in Gebäuden ohne äußeren Blitzschutz benötigt, weil Stoßspannungen und -ströme über die Hausanschlussleitungen der Starkstromanlagen und der informationstechnischen Anlagen eindringen können. Übrigens bedürfen auch die Letztgenannten des Überspannungsschutzes, für den spezielle Geräte erforderlich sind. Der Überspannungsschutz ist ein bedeutendes und ausbaufähiges Betätigungsgebiet für Planer und Errichter elektrischer Anlagen.

2 Auswahl und Installation

Für die Auswahl und Installation der Blitzstromableiter (und auch der anderen Überspannungsschutzgeräte in Starkstromanlagen) gilt die Vornorm VDE V 0100-534 [2]. Deren Befolgung soll die Gefahr eines elektrischen Schlages vermeiden und die Wirksamkeit des Überspannungsschutzes gewährleisten. Einzelheiten über die Ausführung des Überspannungs-Grobschutzes sind u. a. in [3] bis [7] enthalten.

Die Blitzstromableiter werden zweckmäßigerweise in das Hauptstromversorgungssystem eingefügt, z. B. entsprechend Bild ❶. In Anlagen, die an ein öffentliches Verteilungsnetz angeschlossen sind, versteht man unter „Hauptstromversorgungssystem“ den vom Verteilungsnetzbetreiber plombierten Anlageteil vor den Zählern.

Das in der Anlage angewendete System nach Art der Erdverbindung hat Einfluss auf Auswahl und Installation der Blitzstromableiter. Beim TN-System werden die Außenleiter (L1, L2, L3) über je einen Blitzstromableiter BA mit dem PEN-Leiter verbunden ([7], Abschn. 3.1). Im TN-C-S-System geschieht das am besten wie im Bild ❶ a) an der Grenze zwischen dem TN-C- und dem TN-S-Teil, d. h. an der Aufteilungsstelle des PEN-Leiters in den Neutralleiter und den Schutzleiter. Dabei sind die Blitzstromableiter am wirksamsten ([4], Abschn. 7.4). Im TT-System muss zusätzlich nach Bild ❶ b) ein N-PE-Blitzstromableiter BN zwischen Neutralleiter (N) und Schutzleiter (PE) liegen ([2], Abschn. 534.2.2 u. 534.3.2.1; [6]; [7], Abschn. 3.2).

Für das Verbinden der Blitzstromableiter mit der Anlage kennt man

- den Stichleitungsanschluss (Anschluss an eine von der Hauptleitung abgezweigte Leitung),
- den V-Anschluss (Durchschleifen der Hauptleitung) sowie
- das Aufrasten auf Sammelschienen und Verbinden mit diesen

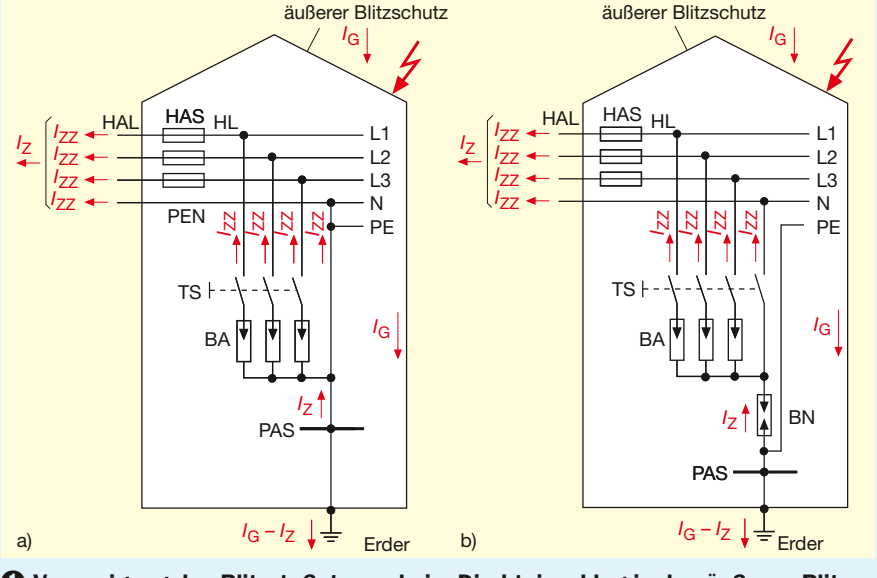
[7][8][9]. Die erste Lösung hat gegenüber den beiden anderen u. a. den Nachteil, dass die Wirksamkeit der Blitzstromableiter durch den Widerstand der Stichleitung beeinträchtigt wird. Aus den Tafeln ❶ bis ❸ ist die Eignung der Blitzstromableiter für die genannten Anschlussmodalitäten ersichtlich. Deren Zusammenhang mit den Leiterquerschnitten wird im Abschnitt 4.7 behandelt.

3 Erläuterungen zu den Tafeln der Marktübersicht

Auskunft über die verfügbaren und zugleich geeigneten Erzeugnisse geben:

- Tafel ❶ für die Blitzstromableiter außer N-PE-Blitzstromableiter,
- Tafel ❷ für die N-PE-Blitzstromableiter und
- Tafel ❸ für komplette Schaltungen mit N-PE-Blitzstromableiter.

Diese Tafeln enthalten nur Blitzstromableiter



❶ Verzweigung des Blitzstoßstroms beim Direkteinschlag in den äußeren Blitzschutz

a) Haus mit Hauptleitung im TN-C-S-System

b) Haus mit Starkstromanlage im TT-System

I_G gesamter Blitzstoßstrom; I_Z über die HAL zu den fernen Erdern fließender Zweigstoßstrom; I_{ZZ} pro Leiter der HAL und pro BA fließender Zweigstoßstrom

BA Blitzstromableiter; **BN** N-PE-Blitzstromableiter; **HAL** Hausanschlussleitung; **HAS** Hausanschlusssicherung; **HL** Hauptleitung; **PAS** Potentialausgleichsschiene; **TS** Trennschalter für Prüfzwecke

Die HAS dient als Vorsicherung für die BA. Die Richtung der Strompfeile entspricht der Fortpflanzungsrichtung der Stoßspannungen und -ströme.

Autor

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

Tafel 1 Blitzstromableiter ohne N-PE-Ableiter (Ohne Gewähr)

Position	Firma, Typ	Form	Polzahl	Blitzstoßstrom (10/350) I_{imp} pro Pol in kA	Schutzpegel U_p in kV	Folgestrom-Löschvermögen I_f in kA [a]	Max. Sicherungsbemessungsstrom in A [b]	Max. Sicherungsbemessungsstrom in A [b] bei V-Anschluss [c]	Max. Leiterquerschnitt in mm² [d]: Stichleitung	Max. Leiterquerschnitt in mm² [d]: V-Anschluss	Breite in TE, je 17,5 mm
nicht folgestrombegrenzende Ableiter											
1	Pröp, P-BM 230 Wer, OVP-Z1/1 Cit, DS 101 SG	H	1	35	4	2	160	–	50	–	1
2	Pröp, P-BM 3 Wer, OVP-Z1/3 Cit, DS 103 SG	H	3	35	4	2	160	–	50	–	4
3	Pröp, P-BM 4 Wer, OVP-Z1/4 Cit, DS 104 SG	H	4	35	4	2	160	–	50	–	4
4	Ph, FLT 35-260	H	1	35	4	3	125	–	35	–	1
5	Ph, FLT 35/3	H	3	35	4	3	125	–	35	–	3
6	Ph, FLT 35 CTRL-1,5	H	1	35	1,5	3	125	–	35	–	1
7	Leu, PowerPro-B-Tr/50	H	1	50	4	4	250	125	50	50	2
8	Leu, PP BC TN 25/50	H	2	25	2,5	4	250	100	50	50	4
9	Leu, PP BC TNC 25/75	H	3	25	2,5	4	250	100	50	50	6
10	Leu, PP BC TNS 25/100	H	4	25	2,5	4	250	100	50	50	8
folgestrombegrenzende Ableiter											
11	ABB, Limitor B/1P	H	1	25	2,5	50	125	125	50	50	2
12	ABB, Limitor B/TN 2P	H	2	25	2,5	50	125	125	50	50	4
13	ABB, Limitor B/TNC	H	3	25	2,5	50	125	125	50	50	6
14	ABB, Limitor B/TNS	H	4	25	2,5	50	125	125	50	50	8
15	D, DB 1 255 H	H	1	50	4	50	500	125	50	35	2
16	D, DB 3 255 H	H	3	50	4	50	500	125	50	35	6
17	D, DBM 1 255	H	1	50	2,5	50	500	125	50	35	2
18 [n]	D, DV 2P TN 255	H	2	25	1,5	50	315	125	50	35	6
19 [n]	D, DV TNC 255 GE, HLüA TNC Hag, SP 800 Wie, TAP V TNC 255	H	3	25	1,5	50	315	125	50	35	6
20 [n]	D, DV TNS 255 GE, HLüA TNS Hag, SP 801 Wie, TAP V TNS 255	H	4	25	1,5	50	315	125	50	35	8
21 [o]	D, DV ZP TNC 255 Hag, SP 800 Z	Z	3	25	1,5	25	315	–	–	–	3
22 [p]	D, DV M TN 255	T	2	25	1,5	50	315	125	50	35	4
23 [p]	D, DV M TNC 255	T	3	25	1,5	50	315	125	50	35	6
24 [p]	D, DV M TNS 255	T	4	25	1,5	50	315	125	50	35	8
25	OBO, MC 50-B VDE	T	1	50	2	12,5	500	125	2 · 35	35	2
26	OBO, MCD 50-B	T	1	50	1,3	12,5	500	125	2 · 35	35	2
27	OBO, MC 50-B/3	T	3	50	2	12,5	500	125	2 · 35	35	6
28	OBO, MCD 50-B/3	T	3	50	1,3	12,5	500	125	2 · 35	35	6
29 [q]	Ph, FLT-CP-PLUS-1C-350	T	1	25	1,5	50	315	125	35	35	2
30 [q]	Ph, FLT-CP-PLUS-2C-350	T	2	25	1,5	50	315	125	35	35	4
31 [q]	Ph, FLT-CP-PLUS-3C-350 Sie, 5SD7 413-1	T	3	25	1,5	50	315	125	35	35	6

a) Effektivwert bei 255 V; **b)** Effektivwerte des prospektiven Kurzschlussstroms über 25 kA können bei manchen Typen kleinere Sicherungsbemessungsströme erfordern; **c)** Begrenzung im Hinblick auf die Belastbarkeit der Anschlussklemmen; **d)** mehrdrähtig; **n)** mit Meldelampen und darum nicht mit [10] konform, jedoch auch ohne sie lieferbar, Anschluss eines separaten Geräts für Fernmeldung möglich; **o)** mit Meldelampe, die durch Taster betätigt wird; **p)** Steckteile mit mechanischer Zustandsanzeige, Version mit Zusatz „FM“ zur Typbezeichnung ist gemäß q) ausgeführt; **q)** Steckteile mit mechanischer Zustandsanzeige, die mechanisch auf potentialfreien Wechsler im Basisteil übertragen wird. Zeichenerklärung: **H** auf Hutschiene aufrastbar; **T** auf Hutschiene aufrastbar, elektrisches Trennen von der Anlage durch Entnehmen des Steckteils aus dem Basisteil möglich; **Z** auf Sammelschienen mit 40 mm Teilung (z. B. in Zählerschränken) aufrastbar, elektrisches Verbinden beim Aufrasten, elektrisches Trennen von der Anlage durch Entfernen von den Sammelschienen möglich.

Tafel ❷ N-PE-Blitzstromableiter (Ohne Gewähr)

Position	Firma, Typ	Form	Blitzstoßstrom (10/350) I_{imp} in kA	Schutzpegel U_p in kV	Max. Leiterquerschnitt in mm² d)		Breite in TE, je 17,5 mm
					Stichleitung	V-Anschluss	
1	Pröp, P-N/PE B Wer, OVP-Z1/N-PE Cit, DS 100 SG/N/PE	H	100	4	50	–	1
2	Leu, SumPro-B-Tr	H	100	4	50	50	2
3	ABB, Limitor B NPE 100	H	100	1,5	50	50	2
4	D, DGP BN 255 GE, VBAB NPE Hag, SP 150 Wie, TAB LA B/N	H	100	4	50	–	2
5 r)	D, DGPM 255	H	100	1,5	50	35	2
6 r)	OBO, MC 125-B/NPE	H	125	2,5	2 · 35	35	2
7 r)	OBO, MCD 125-B/NPE	H	125	1,3	2 · 35	35	2
8	Ph, FLT 100-260	H	100	4	35	-	2
9	Ph, FLT 100 N/PE CTRL-1,5	H	100	1,5	35	-	2
10	Ph, FLT-CP-N/PE-350	T	100	1,5	35	35	2

r) mit integrierter vertikaler Verbindung für den Neutralleiter. Weitere Fußnoten und Zeichenerklärung s. Tafel ❶ . Bei allen Geräten ist das Folgestrom-Löschvermögen $I_f \geq 0{,}1$ kA a).

auf Funkenstreckenbasis, die nach der vom VDN beim VDEW herausgegebenen Einsatzrichtlinie [10] im Hauptstromversorgungssystem verwendet werden dürfen und nach Meinung des Verfassers auch dafür geeignet sind. So sind Geräte nicht aufgeführt, die

- im Hauptpfad einen Varistor oder eine Abtrennvorrichtung enthalten,
- mit einer nicht über Taster angeschlossenen Meldelampe ausgestattet sind,
- Typ 1 und Typ 2 in sich vereinigen oder
- nicht nach EN 61643-11 [11] geprüft sind.

Die Tafeln beschränken sich ferner auf Typen, die für Anlagen hinter öffentlichen Niederspannungs-Verteilungsnetzen von Bedeutung sind. Somit werden nur Geräte aufgeführt, die auf Hutschiene oder Sammelschienen mit 40 mm Teilung (z. B. in Zählerschränken) aufrastbar sind.

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 (höchste Dauerspannung) U_C von mindestens 1,1 · 230 V = 253 V aufweisen ([2], Abschn. 534.3.1 u. 534.3.2). Üblich sind 255 V und 260 V. Erzeugnisse mit U_C = 440 V (für Netzspannungen bis zu 400/690 V) sind auch in 230/400-V-Netzen verwendbar. Sie sind in den Tafeln nicht gekennzeichnet.

Die Tafeln ❶ bis ❸ beruhen auf den Angaben der jeweiligen Firmen und entsprechen dem Stand vom Dezember 2006. Es können jederzeit Änderungen der Daten eintreten, zusätzliche Typen erscheinen und/oder Lieferprogramme geändert werden. Es empfiehlt sich, nach Auswahl eines Gerätes ausführliche technische Unterlagen (z. B. Datenblatt, Einbauanleitung) anzufordern. Die Namen und Sitze der Firmen enthält die Tafel ❻. Typbezeichnungen in Kurz- und Langformen sind in der Tafel ❼ gegenübergestellt.

4 Erläuterung der Daten

4.1 Form und Trennbarkeit

Die meisten Blitzstromableiter sind auf Hutschiene aufrastbar. Es wurden aber auch Geräte auf den Markt gebracht, die auf Sammelschienen mit der Teilung 40 mm (z. B. in Zählerschränken) aufrastbar sind [8] [9].

Trennbare Blitzstromableiter bestehen aus dem Basisteil mit den Anschlüssen und einem (bei einpoligen Geräten) oder mehreren Steckteilen mit der Funkenstrecke. Sie haben u. a. den Vorteil, dass die Steckteile bei unter Spannung stehender Anlage abgenommen werden können.

4.2 Polzahl und interne Verbindungen

Bei Drehstrom mit TN-C-System oder TN-C-S-system werden gemäß Bild ❶ a) drei Funkenstrecken BA als drei einpolige oder in Form eines dreipoligen Blitzstromableiters benötigt. Bisher waren einpolige Typen weit in der Überzahl. Es werden aber zunehmend mehrpolige

Tafel ❸ Komplette Schaltungen mit N-PE-Blitzstromableiter (1+1-, 2+1- und 3+1-Schaltungen) (Ohne Gewähr)

Position	Firma, Typ	Form	Polzahl e)	Blitzstoßstrom (10/350) I_{imp} pro Pol in kA	Schutzpegel U_p in kV	Folgestrom-Löschvermögen der Pole in kA a)	Max. Sicherungsbemessungsstrom in A b)	Max. Sicherungsbemessungsstrom in A b) bei V-Anschluss c)	Breite in TE, je 17,5 mm: Stichleitung	Breite in TE, je 17,5 mm: V-Anschluss	Breite in TE, je 17,5 mm
nicht folgestrombegrenzende Pole											
1	Pröp, P-BM 3+1 Wer, OVP-Z1/TT Cit, DS 104 SG-TT	H	3	35	4	2	160	–	50	–	4
2	Leu, PP BC TT1+1 25/100	H	1	25	2,5	4	250	100	50	50	4
3	Leu, PP BC TT 25/100	H	3	25	2,5	4	250	100	50	50	8
folgestrombegrenzende Pole											
4 s)	ABB, Limitor B TT 2P	H	1	25	2,5	50	125	125	50	50	4
5	ABB, Limitor B TT	H	3	25	2,5	50	125	125	50	50	8
6 n)s)	D, DV 2P TT 255	H	1	25	1,5	50	315	125	50	35	8
7 n)	D, DV TT 255 GE, HLüA TT Hag, SP 802 Wie, TAB V TT 255	H	3	25	1,5	50	315	125	50	35	8
8	D, DV ZP TT 255 Hag, SP 801 Z	Z	3	25	1,5	25	315	–	–	–	3
9 p)s)	D, DV M TT 2P 255	T	1	25	1,5	50	315	125	50	35	4
10 p)	D, DV M TT 255	T	3	25	1,5	50	315	125	50	35	8
11	OBO, MC 50-B/4	U	3	50	2	12,5	500	125	2 · 35	35	8
12	OBO, MCD 50-B/4	U	3	50	1,3	12,5	500	125	2 · 35	35	8
13	Ph, FLT-CP-PLUS-1S-350	T	1	25	1,5	50	315	125	35	35	4
14	Ph, FLT-CP-PLUS-2S-350	T	2	25	1,5	50	315	125	35	35	6
15	Ph, FLT-CP-PLUS-3S-350	T	3	25	1,5	50	315	125	35	35	8

e) Der N-PE-Blitzstromableiter zählt nicht als Pol; **s)** Der N-PE-Blitzstromableiter hat I_{imp} = 50 kA, bei den nicht gekennzeichneten Typen Positionen hat er $I_{imp} \geq 100$ kA. Zeichenerklärung: **U** Pole wie T und N-PE-Blitzstromableiter wie H. Weitere Fußnoten und Zeichenerklärungen s. Tafel ❶. Bei allen Geräten hat der N-PE-Blitzstromableiter das Folgestrom-Löschvermögen $I_f \geq 0{,}1$ kA a).

Geräte auf den Markt gebracht. Diese haben u. a. den Vorteil, dass sie schon die internen Verbindungen der einzelnen Funkenstrecken enthalten.

Der im TT-System gemäß Bild ❶ b) zusätzlich benötigte N-PE-Blitzstromableiter BN kann nicht als ein Pol bezeichnet werden, denn er ist anders als die Blitzstromableiter BA geschaltet und muss andere Kenngrößen als diese haben. Eine im N-PE-Ableiter enthaltene vertikale Verbindung für den Neutralleiter erleichtert das Anschließen und macht eine gesonderte vertikale Durchgangsklemme überflüssig.

Von den kompletten Schaltungen mit N-PE-Blitzstromableiter (in Tafel ❸) wird die 3+1-Schaltung in Drehstromanlagen eingesetzt, während die 1+1- und die 2+1-Schaltung für Einphasen-Wechselstrom bestimmt sind. Die erste Ziffer in der Benennung der Schaltung gibt die Anzahl der Pole an, und die Eins hinter dem Pluszeichen steht für den N-PE-Ableiter.

Die kompletten Schaltungen mit N-PE-Blitzstromableiter nach Tafel ❸ sind nicht nur für das TT-System geeignet. Im TN-S-System können sie anstelle von Blitzstromableitern gemäß Tafel ❶, deren Polzahl jeweils um 1 größer ist, eingesetzt werden, z. B. die 3+1-Schaltung statt eines 4-poligen Geräts.

4.3 Blitzstoßstrom-Tragfähigkeit

Die größte Stoßstrombeanspruchung der Blitzstromableiter tritt bei einem Direkteinschlag in den äußeren Blitzschutz des Hauses nach Bild ❶ auf. Der Gesamte Blitzstoßstrom I_G sowie seine Zweigstoßströme I_Z und I_{ZZ} (alles Scheitelwerte, Formelzeichen vom Verfasser eingeführt) sind im Bild ❶ erläutert. Für sie wird die Welle (10/350 µs) angenommen. Für I_G gelten 200 kA bei Blitzschutzklasse I, 150 kA bei II und 100 A bei III und IV. Jeweils das 0,5-fache dieser Werte soll für den Zweigstoßstrom I_Z eingesetzt werden ([2], Abschn. 534.3.1). Diese Werte für I_Z, nochmals geteilt durch die Anzahl der an der Stoßstromleitung beteiligten Leiter des Hausanschlusses (z. B. 4 beim Vierleiter-Hausanschluss), gelten für den Zweigstoßstrom I_{ZZ} ([2], Abschn. 534.3.1). Wenn die Blitzschutzklasse nicht bekannt ist, muss sie mit I angenommen werden ([8], Abschn. 3.4). Unabhängig von dieser Forderung wird der Auswahl der Blitzstromableiter üblicherweise die Blitzschutzklasse I zugrundegelegt. Das bedeutet:

- I_G = 200 kA
- I_Z = 100 kA
- I_{ZZ} = 25 kA beim Vierleiter-Hausanschluss,
- I_{ZZ} = 50 kA beim Zweileiter-Hausanschluss.

Die Blitzstoßstromtragfähigkeit (10/350 µs) I_{imp} wird in den Tafeln ❶ und ❸ um der Korrektheit, Eindeutigkeit und Vergleichbarkeit wegen **immer nur pro Pol** angegeben, **auch bei mehrpoligen Geräten**. Sie muss mindestens so groß sein wie I_{ZZ}. Der beim TT-System zusätzlich erforderliche N-PE-Blitzstromableiter BN wird vom Zweigstoßstrom I_Z durchflossen und muss dementsprechend stärker bemessen werden.

In die Tafel ❷ wurde kein Gerät mit einem Blitzstoßstrom-Tragvermögen unter 100 kA aufgenommen.

4.4 Schutzpegel und Fehlermeldung

Der Schutzpegel U_p ist gleich der Ansprechblitzstoßspannung oder der Restspannung beim Nennableitstoßstrom, je nachdem, welche der Spannungen am größten ist. Er war früher einheitlich maximal 4 kV. Zunehmend kommen Typen mit kleineren Werten (bis herunter auf 0,9 kV) auf den Markt. Je kleiner der Schutzpegel ist, um so leichter und häufiger spricht der Blitzstromableiter an. Das ist günstig für die Schutzwirkung, aber insofern auch nachteilig, als dieser mehr der Abnutzung unterliegt. Darum wurden keine Geräte mit einem Schutzpegel unter 1,3 kV in den Tafeln ❶ bis ❸ berücksichtigt.

Die Herabsetzung der Ansprechblitzstoßspannung und des Schutzpegels wird durch eine Steuerung der Funkenstreckenanordnung erreicht, z. B. mit einer dritten Elektrode. Bei

Schutzpegeln $U_p \leq 1{,}5$ kV kann die Koordination mit Überspannungsschutzgeräten des Typs 2 (Mittelschutz) vom gleichen Hersteller so gut sein, dass die Entkopplung (z. B. durch Entkopplungsdrosseln oder hinreichend lange Leitung) zwischen den Geräten entfallen kann. Ob das zutrifft, hängt auch von der Ausführung der Steuerung und damit vom Typ des Blitzstromableiters ab.

Zur Überwachung der Funktionsfähigkeit gibt es vielfältige Mittel für eine Anzeige direkt am Blitzstromableiter und/oder eine Fernmeldung. Meldelampen werden zur Vermeidung eines Dauerstroms mit Taster betätigt. Vorteilhaft sind mechanische Zustandsanzeigen. Diese werden bei mehrpoligen und trennbaren Geräten mechanisch auf ein Bauteil für Sammelfernmeldung, z. B. einen potentialfreien Wechsler, übertragen. Die Ausstattung der Geräte mit diesen Mitteln wird durch die Fußnoten n bis q in den Tafeln ❶ bis ❸ angezeigt.

4.5 Folgestrom-Löschvermögen

In den Blitzstromableitern zündet die Stoßspannung einen Lichtbogen, wodurch sie vom isolierenden in den niederohmigen Zustand überführt werden. Darauf beruht ihre Wirkung als Überspannungsschutzgerät. Nach Wegfall der Stoßspannung fließt ein von der Netzwechselspannung getriebener Folgestrom über die Lichtbögen und die vorgeordneten Anlagenteile. Wegen des kleinen Widerstands der Lichtbögen wirkt der Folgestrom wie ein Kurzschlussstrom.

Der Blitzstromableiter muss im Stande sein, spätestens in einer Halbwelle des Wechselstroms durch Löschen des Lichtbogens den Folgestrom zu unterbrechen und somit den isolierenden Zustand wieder herzustellen. Damit das gewährleistet ist, muss sein Folgestromlöschvermögen (Effektivwert) I_f mindestens so groß wie der Effektivwert des prospektiven (unbeeinflussten) Kurzschlussstroms I_K an der Einbaustelle sein. Weiteres zum Folgestromlöschverhalten der Blitzstromableiter steht im Abschnitt 5.3.

Der N-PE-Blitzstromableiter wird von keinem erheblichen Folgestrom durchflossen. Darum muss er nur ein Folgerstrom-Löschvermögen

Tafel ❹ Spezifische Energie durch Folgestrom in Abhängigkeit vom prospektiven Kurzschlussstrom bei nicht folgestrombegrenzenden Blitzstromableitern

I_K in kA	P_F in kA²s	I_K in kA	P_F in kA²s
0,6	3,6	1,8	32,4
0,8	6,4	2,0	40,0
1,0	10,0	2,5	62,5
1,2	14,4	3,0	90,0
1,4	19,6	3,5	123
1,6	25,6	4,0	160

I_K Effektivwert des prospektiven Kurzschlussstroms; P_F max. spez. Energie durch Folgestrom bei 230 V nach der Gleichung $P_F = I_K^2 \cdot 0{,}01$ s.
Diese beruht darauf, dass der Folgestrom eine Halbwelle lang fließt und dass sein Effektivwert dem des prospekt. Kurzschlussstroms gleich ist. Der Folgestrom kann jedoch kleiner als I_K sein und kürzer als eine Halbwelle fließen. Darum ist P_F hier eine Maximalgröße, die je nach Typ mehr oder weniger unterschritten wird.

Tafel ❺ Spez. Energie durch Folgestrom in Abhängigkeit vom prospektiven Kurzschlussstrom bei folgestrombegrenzenden Blitzstromableitern

I_K in kA	P_F in kA²s für Tafel ❶, Pos.-Nr. 15-21; Tafel ❸, Pos.-Nr. 6-8 f)	I_K in kA	P_F in kA²s für Tafel ❶, Pos.-Nr. 15-21; Tafel ❸, Pos.-Nr. 6-8 f)
1	0,6	10	1,4
2	0,9	15	1,5
3	1,0	20	1,6
4	1,1	30	1,7
6	1,2	40	1,8
8	1,3	50	1,9

I_K Effektivwert des prospektiven Kurzschlussstroms, P_f spezifische Energie durch Folgestrom bei 230 V,
f) Jeweils ca. ein Drittel dieser Werte gilt für Tafel ❶, Pos.-Nr. 22-24 und Tafel 3, Pos.-Nr. 9-10. Für Tafel 1, Pos.-Nr. 25-28 und Tafel 3, Pos.-Nr. 11-12 gilt 2,7 kA²s bei 12,5 kA. Für Tafel 1, Pos.-Nr. 11-14 und 39-31 sowie Tafel ❸, Pos.-Nr. 4-5 und 13-15 lagen keine Angaben vor.

Tafel ❻ Firmen

Abk.	Name, Sitz
ABB	ABB Stotz-Kontakt, 69123 Heidelberg
Cit	Citel Electronics, 40239 Düsseldorf
D	Dehn + Söhne, 92318 Neumarkt
GE	GE Power Controls, 51105 Köln
Hag	Hager Elektro, 66440 Blieskastel
Leu	Leutron, 70771 Leinfelden-Echterdingen
OBO	OBO Bettermann, 58710 Menden
Ph	Phoenix Contact, 32825 Blomberg
Pröp	J. Pröpster, 92318 Neumarkt
Sie	Siemens, 91050 Erlangen
Wer	Werit Kunststoffwerke, 57610 Altenkirchen
Wie	Wieland Electric, 96052 Bamberg

Tafel ❼ Gleichbedeutende Typbezeichnungen

Kurzform	Langform
DB...	DEHNbloc...
DBM...	DEHNbloc Maxi...
DGP BN...	DEHNgap BN...
DGPM...	DEHNgap Maxi...
DV...	DEHNventil...
DV M...	DEHNventil modular...
DV ZP...	DEHNventil ZP...
FLT...	FLASHTRAB...
FLT-CP...	FLASHTRAB compact...

(Effektivwert) I_f von 0,1 kA aufweisen ([2], Abschn. 534.3.2.1).

4.6 Sicherungsbemessungsstrom

Der maximale Sicherungsbemessungsstrom des Blitzstromableiters darf nicht vom Bemessungsstrom der Vorsicherung überschritten werden ([2], Abschn. 534.2.5). Diese Forderung darf aber nicht dazu führen, dass der Bemessungsstrom der Vorsicherung in Abhängigkeit von den Blitzstromableitern begrenzt wird. Vielmehr müssen umgekehrt die Blitzstromableiter in Abhängigkeit vom Bemessungsstrom der Vorsicherung ausgewählt werden. Als Vorsicherung muss gemäß Bild ❶ die Hausanschlusssicherung HA dienen ([5], Abschnitte 3 u. 4.1; [7], Abschnitt 5.3).

4.7 Anschlussleiterquerschnitt

Blitzstromableiter können keine Überlast verursachen, weil sie keine Verbrauchsgeräte sind. Stichleitungen für ihren Anschluss wie im Bild ❶ brauchen darum nur für den Kurzschlussschutz bemessen zu werden. Wenn deren Leiterquerschnitt dennoch den in den Tafeln ❶ bis ❸ angegebenen Anschlussleiterquerschnitt der Blitzstromableiter überschreitet, muss er vor diesen reduziert werden.

Beim V-Anschluss wird die betriebsstromführende Hauptleitung durchgeschleift. Diese muss vor Überlast geschützt werden und einen entsprechenden Leiterquerschnitt haben. Wenn dieser den maximalen Anschlussleiterquerschnitt der Blitzstromableiter überschreitet, kann der V-Anschluss nicht erfolgen. Beim Aufrasten auf Sammelschienen besteht dieses Problem nicht.

5 Erwärmung der Vorsicherung

5.1 Ursachen und Auswirkung

Der die Vorsicherung durchfließende Strom bewirkt die spezifische Energie

$$W/R = \int I^2 dt = P,$$

gemessen in kJ/Ω = kA²s. Diese führt zur Temperaturerhöhung und beim Überschreiten einer bestimmten Größe zur Abschaltung. Bei einem Blitzeinschlag wirkt zunächst die spezifische Energie P_{ZZ} durch den Zweigstoßstrom I_{ZZ} (siehe Bild ❶) und anschließend die spezifische Energie P_F durch den Folgestrom. Weil in der kurzen Zeit dieser Vorgänge keine erhebliche Wärmeabführung erfolgen kann, addieren sich die spezifischen Energien gemäß Gleichung (1):

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

P_R resultierende spezifische Energie

Im Sinne der Versorgungszuverlässigkeit und Störungsfreiheit ist es erstrebenswert, die Abschaltung nach Möglichkeit zu vermeiden. Bedingung dafür ist, dass die noch nicht zur Abschaltung führende minimale spezifische Energie der Vorsicherung P_V (Formelzeichen P, P_{ZZ}, P_F, P_R und P_V vom Verfasser eingeführt) größer ist als P_R .

$$P_V > P_R \qquad (2)$$

Es ist auch zu bedenken, dass die als Vorsicherung dienende Hausanschlusssicherung durch den Betriebsstrom der Verbraucheranlage vorerwärmt sein kann. Bei den nachstehenden Angaben ist ein Betriebsstrom in der Größe von 2/3 des Bemessungsstroms der Sicherung berücksichtigt. Die der Beanspruchung der Sicherungen durch Blitzströme zugeordnete minimale spezifische Energie P_V ist wegen des Skin-Effekts, der mit einer Widerstandsvergrößerung verbunden ist, erheblich kleiner als die minimale spezifische Energie bei Kurzschlussströmen, die als „minimaler Durchlass-I^2-t-Wert“ bezeichnet wird ([5] Abschn. 2.2 und Tafel 7), P_V beträgt

- 5 kA²s bei NH 80 A,
- 8 kA²s bei NH 100 A,
- 12 kA²s bei NH 125 A,
- 22 kA²s bei NH 160 A,
- 35 kA²s bei NH 200 A,
- 60 kA²s bei NH 250 A,
- 50 kA²s bei SHU 80 A
- 55 kA²s bei SHU 100 A

Mit „SHU“ sind die spannungsunabhängigen selektiven Hauptleitungsschutzschalter nach Entwurf zu VDE 0645 (SHU-Schalter) gemeint.

5.2 Zweigstoßstrom

Die spezifische Energie durch den Zweigstoßstrom steigt mit dem Quadrat des Stroms I_{ZZ} und folgt der Gleichung (3) ([5], Abschn. 1.1).

$$P_{ZZ} = (I_{ZZ} / 100\ \text{kA})^2 \cdot 2500\ \text{kA}^2\text{s} \qquad (3)$$

5.3 Folgestrom

Die spezifische Energie durch den Folgestrom ist vom prospektiven (unbeeinflussten) Kurzschlussstrom an der Einbaustelle und vom Folgestromlöschverhalten des Blitzstromableiters abhängig. Sie kann je nach Typ aus der Tafel ❹ bzw. ❺ entnommen werden. Die folgestrombegrenzenden Blitzstromableiter bewirken viel kleinere spezif. Energien P_F als die anderen. Sie heben sich von diesen auch dadurch ab, dass ihr Folgestromlöschvermögen I_f viel größer als 4 kA ist.

5.4 Rechenbeispiel

I_{ZZ} = 14 kA; I_K = 3 kA; folgestrombegrenzende Blitzstromableiter mit P_F nach der 3. Spalte der Tafel ❺.

Lösung:

Nach Gl. (3): $P_{ZZ} = (14\ \text{kA}/100\ \text{kA})^2 \cdot 2500\ \text{kA}^2\text{s} = 49\ \text{kA}^2\text{s}$.

Aus Tafel ❺: $P_F = 1{,}0\ \text{kA}^2\text{s}$.

Nach Gl. (1): $P_R = 49\ \text{kA}^2\text{s} + 1{,}0\ \text{kA}^2\text{s} = 50\ \text{kA}^2\text{s}$.

PV > PR nach Gl. (2) wird erfüllt durch NH-Sicherungen ≥ 250 A und SHU-Schalter ≥ 80 A.

5.5 Konsequenzen

Bei folgestrombegrenzenden Blitzstromableitern ist die durch den Folgestrom bewirkte spezifische Energie P_F klein gegen die mit dem Zweigstoßstrom verbundene spezifische Energie P_{ZZ}. Bei Direkteinschlägen von Blitzen mit einem Gesamtstrom I_G = 200 kA entsprechend der Blitzschutzklasse I ist I_{ZZ} und damit P_{ZZ} so groß, dass das Abschalten durch die Vorsicherung kaum vermieden werden kann. Wird eine hohe Versorgungszuverlässigkeit benötigt, so ist es zweckmäßig,

- folgestrombegrenzende Blitzstromableiter einzusetzen und
- den Bemessungsstrom der als Vorsicherung dienenden Hausanschlusssicherung so groß wie möglich zu wählen.

Damit wird eine Chance geschaffen, dass wenigstens bei kleineren Zweigstoßströmen I_{ZZ}, die

- bei kleineren Gesamtblitzströmen I_G,
- nahen und fernen Blitzeinschlägen sowie
- beim Auftreten von Schaltüberspannungen

zu verzeichnen sind, die Abschaltung unterbleibt.

Weitere Maßnahmen zur Förderung der Versorgungszuverlässigkeit siehe [5], Abschn. 4, und [7], Abschn. 5.4.

Literatur

[1] *Hering, E.*: Blitzstromableiter für Hauptstromversorgungssysteme. Elektropraktiker, Berlin 59 (2005) 2, S. 123-127.

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

[3] *Raab, V.*: Überspannungsschutz in Verbraucheranlagen. 2. Auflage. Berlin: Verlag Technik 2003.

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

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

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

[7] *Hering, E.*: Modalitäten des Anschließens von Blitzstromableitern. Elektropraktiker, Berlin 58 (2004) 11, S. 898-901.

[8] *Hering, E.*: Neue Anschlussmöglichkeit von Blitzstromableitern. Elektropraktiker, Berlin 59 (2005) 8, S. 602-603.

[9] *Ehrler, J.*: Neue mehrpolige Kombi-Ableiter für Zählerschränke. Elektropraktiker, Berlin 60 (2006) 1, S. 38-39.

[10] Verband der Netzbetreiber (VDN) e.V. beim VDEW, Berlin (Herausgeber): Technische Richtlinie – Einsatz von Überspannungs-Schutzeinrichtungen (ÜSE) Typ 1 (bisher Anforderungsklasse B) in Hauptstromversorgungssystemen. 2. Auflage. 2004.

[11] DIN EN 61643-11/**VDE 0675-6-11:2002-12** Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen; Anforderungen und Prüfungen.

■