

Blitzstromableiter für die Hauptstromversorgung

E. Hering, Dresden

Der Beitrag behandelt die aktuellen Überspannungsschutzgeräte Typ 1 (ÜSE Typ 1), die für den Einsatz im Hauptstromversorgungssystem der an öffentliche Niederspannungs-Verteilungsnetze angeschlossenen Anlagen geeignet sind. Er ersetzt die vorige zu diesem Thema erschienene Veröffentlichung [1], die durch die Herausgabe neuer Normen und Änderungen der Lieferprogramme der betreffenden Blitzstromableiter veraltet ist.

1 Aufgabe von Blitzstromableitern

Blitzstromableiter haben die Aufgabe, die aktiven Leiter (Außenleiter und Neutralleiter) der Hauptleitungen von Starkstromanlagen in den Blitzschutz-Potentialausgleich einzubeziehen und damit dem inneren Blitzschutz 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, der ebenfalls nicht Gegenstand des Beitrags ist und für den spezielle, ihnen angemessene Geräte erforderlich sind.

2 Auswahl der Installation

2.1 Grundsätzliches

Für die Auswahl und Installation der Blitzstromableiter (und auch der anderen Überspannungsschutzgeräte in Starkstromanlagen) gilt die Norm VDE 0100-534:2009-02 [2], die u. a. in [3] und [4] interpretiert ist. Die Befolgung dieser Norm soll die Gefahr eines elektrischen Schlages vermeiden und die Wirksamkeit des Überspannungsschutzes gewährleisten. Einzelheiten über die Ausführung des Überspannungs-Grobschutzes sind u. a. in [5] bis [8] enthalten.

Die Blitzstromableiter werden zweckmäßigerweise in das Hauptstromversorgungssystem

eingefügt, z. B. entsprechend Bild 1. In Anlagen, die an ein öffentliches Verteilungsnetz angeschlossen sind, versteht man unter „Hauptstromversorgungssystem“ den vom Verteilungsnetzbetreiber plombierten Anteil vor den Zählern.

2.2 Auswahl und Anschlussschemata

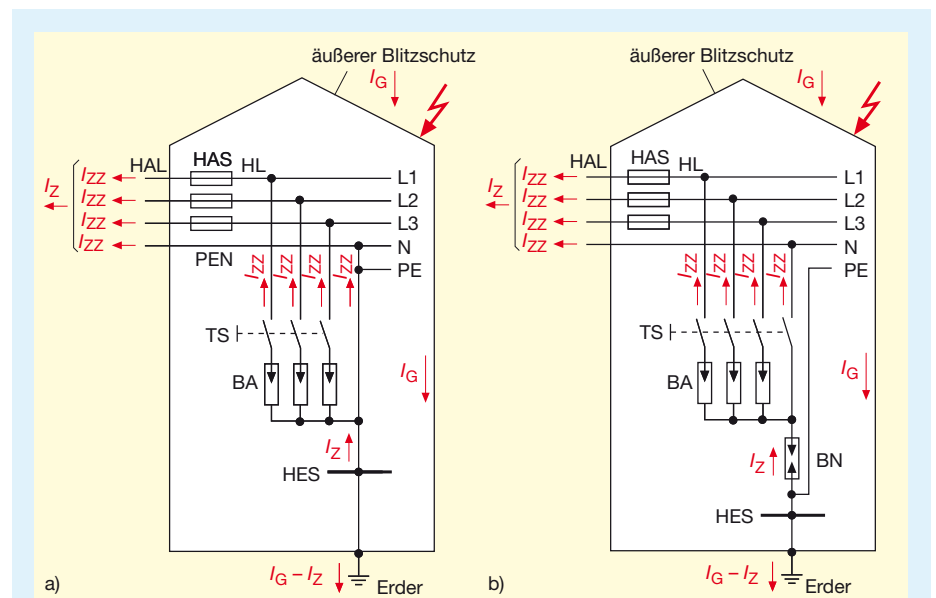
Das in der Anlage angewendete System nach Art der Erdverbindung (für den Schutz gegen elektrischen Schlag) hat Einfluss auf Auswahl und Anschlussschema (kurz „Schaltung“) des Blitzstromableiters ([2], Abschn. 534.2.2, Tabelle 53B; [3], Abschn. 2 und Tafel 1; [4], Abschn. 5.3 und Bilder 1 bis 11). Beim TN-

System werden die Außenleiter (L1, L2, L3) über je einen Blitzstromableiter BA mit dem PEN-Leiter verbunden. Im TN-C-S-System geschieht das am Besten wie in den Bildern 1a) und 2) mit der 3+0-Schaltung 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 ([5], Abschn. 7.4). Ist eine Anordnung im TN-S-System oder im TN-S-Teil eines TN-C-S-Systems erforderlich, so werden die drei Außenleiter und der Neutralleiter in der 4+0-Schaltung ([4], Bild 2) über 4 Schutzpfade mit dem Schutzleiter verbunden. Eine Alternative dazu wird im Abschnitt 4.2 beschrieben.

Im TT-System muss entsprechend Bild 1b) die 3+1-Schaltung angewendet werden, bei der drei Schutzpfade BA zwischen den Außenleitern und dem Neutralleiter (N) liegen und ein N-PE-Blitzstromableiter BN zwischen diesem und dem Schutzleiter (PE) eingefügt ist ([2], Abschn. 534.2.2 und Tabelle 53B; [6]). Der Schutz gegen elektrischen Schlag ist u. a. davon abhängig, dass der N-PE-Ableiter den Schutzleiter zuverlässig vom Neutralleiter trennt.

2.3 Anschlussmodalitäten

Für das Verbinden der Blitzstromableiter mit der Anlage kennt man ([4], Abschn. 5.4 und Bilder 12 bis 15)



1 Verzweigung des Blitzstoßstroms beim Direkteinschlag in den äußeren Blitzschutz

a) 3+0-Schaltung im Haus mit Hauptleitung im TN-C-S-System

b) 3+1-Schaltung im 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 Pol des Blitzstromableiters; **BN** N-PE-Blitzstromableiter; **HAL** Hausanschlussleitung; **HAS** Hausanschlussleistung; **HES** Haupterdungsschiene; **HL** Hauptleitung; **TS** Trennschalter für Prüfzwecke

Die HAS dient als Vorsicherung für den Blitzstromableiter. 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 (Angaben ohne Gewähr)

Position	Firma, Typ	Form	Polzahl	Anschlusschema (...Schaltung)	Blitzstoßstrom (10/350) I_{imp} pro Pol in kA	Schutzpegel U_p in kV	Folgestrom-Löschvermögen I_f in kA ^{a)}	max. Sicherungs- bemessungs- strom in A ^{b)}		max. Leiter- querschnitt in mm ² c)		Breite in TE, je ≈ 17,9 mm
								Stichleitungs- Anschluss	V-Anschluss	Stichleitungs- Anschluss	V-Anschluss	
nicht folgestrombegrenzende Blitzstromableiter												
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	3+0	35	4	2	160	–	50	–	4
3	Pröp, P-BM 4 Wer, OVP-Z1/4 Cit, DS 104 SG	H	4	4+0	35	4	2	160	–	50	–	4
4	Ph, FLT 35-260	H	1	–	35	4	3	400	–	35	–	1
5	Ph, FLT 35 CTRL-1.5	H	1	–	35	1,5	3	400	–	35	–	1
6	Ph, FLT 35 CTRL-1.3	H	1	–	35	1,3	3	400	–	35	–	1
7	Ph, FLT 35/3 CTRL-1.3/1	H	3	3+0	25	1,3	3	400	–	35	–	3
8	Leu, PowerPro-B-Tr/50	H	1	–	50	4	4	250	125	50	50	2
9	Leu, PP BC TN 25/50	H	2	2+0	25	2,5	4	250	100	50	50	4
10	Leu, PP BC TNC 25/75	H	3	3+0	25	2,5	4	250	100	50	50	6
11	Leu, PP BC TNS 25/100	H	4	4+0	25	2,5	4	250	100	50	50	8
folgestrombegrenzende Blitzstromableiter												
12	ABB, Limitor B/1P	H	1	–	25	2,5	50	125	125	50	50	2
13	ABB, Limitor B/TN 2P	H	2	2+0	25	2,5	50	125	125	50	50	4
14	ABB, Limitor B/TNC	H	3	3+0	25	2,5	50	125	125	50	50	6
15	ABB, Limitor B/TNS	H	4	4+0	25	2,5	50	125	125	50	50	8
16	D, DB 1 255 H	H	1	–	50	4	50	500	125	50	35	2
17	D, DB 3 255 H	H	3	3+0	50	4	50	500	125	50	35	6
18 ^{r)}	D, DB M 1 255	T	1	–	50	2,5	50	500	125	50	35	2
19 ^{r)}	D, DV M TN 255	T	2	2+0	25	1,5	50	315	125	50	35	4
20 ^{r)}	D, DV M TNC 255 Hag, SPN 800 Wie, TAP V M TNC 255	T	3	3+0	25	1,5	50	315	125	50	35	6
21 ^{r)}	D, DV M TNS 255 Hag, SPN 801 Wie, TAP V M TNS 255	T	4	4+0	25	1,5	50	315	125	50	35	8
22 ^{s)}	D, DV ZP TNC 255	Z	3	3+0	25	1,5	25	315	–	–	–	3
23	OBO, MC 50-B VDE	T	1	–	50	2	12,5	500	125	2 × 35	35	2
24	OBO, MCD 50-B	T	1	–	50	1,3	12,5	500	125	2 × 35	35	2
25	OBO, MC 50-B/3	T	3	3+0	50	2	12,5	500	125	2 × 35	35	6
26	OBO, MCD 50-B/3	T	3	3+0	50	1,3	12,5	500	125	2 × 35	35	6
27 ^{q)}	Ph, FLT-CP-PLUS-1C-350 Sie, 5SD7 411-1 Wei, PU I 1 TSG+ 350 V 1,5	T	1	–	25	1,5	50	315	125	35	35	2
28 ^{q)}	Ph, FLT-CP-PLUS-2C-350	T	2	2+0	25	1,5	50	315	125	35	35	4
29 ^{q)}	Ph, FLT-CP-PLUS-3C-350 Sie, 5SD7 413-1 Wei, PU I 3 TSG+ 350 V 1,5	T	3	3+0	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 und internen Verbindungen; **d)** mehrdrätig; **q)** Steckteile mit mechanischer Zustandsanzeige, die mechanisch auf potentialfreien Wechsler im Basisteil übertragen wird; **r)** Steckteile mit mechanischer Zustandsanzeige, die bei Version mit Zusatz „FM“ zur Typbezeichnung mechanisch auf potentialfreien Wechsler im Basisteil übertragen wird; **s)** Mit Zustandsanzeige durch Meldelampe, die mittels Taster betätigt wird.

Zeichenerklärung: **H** Auf Hutschiene aufrastbar; **T** Auf Hutschiene aufrastbar; elektrisches Trennen der Steckteile von der Anlage durch Entnehmen aus dem Basisteil möglich. **Z** Auf Sammelschienen mit 40 mm Mittenabstand aufrastbar; elektrisches Trennen von der Anlage durch Entfernen von den Sammelschienen möglich

- den Stichleitungsanschluss (Abzweig von der Hauptleitung) wie im Bild 1
- den V-Anschluss (Durchschleifen der Hauptleitung) z. B. nach den Bildern 2 bis 4 sowie
- Aufrasten auf Sammelschienen und Verbinden mit diesen.

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 1 bis 3 ist die Eignung der Blitzstromableiter für die genannten Anschlussmodalitäten ersichtlich. Deren Einfluss auf die Leiterquerschnitte wird im Abschnitt 4.7 behandelt.

3 Erläuterungen zu den Tafeln für die Marktübersicht

Auskunft über die verfügbaren und zugleich geeigneten Erzeugnisse geben:

- Tafel 1 für die Blitzstromableiter außer N-PE-Blitzstromableiter,
- Tafel 2 für die N-PE-Blitzstromableiter und
- Tafel 3 für komplette Schaltungen mit N-PE-Blitzstromableiter.

Diese Tafeln enthalten nur Blitzstromableiter auf Funkenstreckebasis, die nach der von den Netzbetreibern herausgegebenen Einsatzrichtlinie [9] 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,
- dauernd Energie aus der Anlage entnehmen, z. B. für eine Zustandsanzeige,
- Typ 1 und Typ 2 in sich vereinigen oder
- nicht nach DIN EN 61643-11 (VDE 0675-6-11) [10] geprüft sind.

Die Tafeln beschränken sich ferner auf Typen, die für Anlagen hinter öffentlichen Niederspannungs-Verteilungsnetzen von Bedeutung sind. Somit werden nur Geräte berücksichtigt, die auf Hutschiene oder Sammelschienen mit 40 mm Mittenabstand 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 $1,1 \cdot 230 \text{ V} = 253 \text{ V}$ aufweisen ([2], Abschn. 534.2.3.2, Tabelle 53C u. Abschn. 534.2.3.3). Üblich sind 255 V und 260 V. Erzeugnisse mit $U_C = 440 \text{ V}$ (für Netzspannungen bis zu 400/690 V) sind auch in 230/400-V-Netzen verwendbar. Sie sind in den Tafeln nicht gekennzeichnet.

Die Tafeln 1 bis 3 beruhen auf den Angaben der jeweiligen Firmen. Sie entsprechen dem Stand vom November 2009. 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 4. Die Firmen Dehn + Söhne und Phoenix Contact führen für ihre Typbezeichnungen sowohl Kurz- als auch Langformen, die in der Tafel 5 gegenübergestellt sind.

4 Erläuterung der Daten

4.1 Form und Trennbarkeit

Trennbare Blitzstromableiter bestehen aus dem auf Hutschiene aufrastbaren Basisteil mit den Anschlüssen und einem (bei einpoligen Geräten) oder mehreren Steckteilen mit dem Schutzpfad. Sie haben u. a. den Vorteil, dass die Steckteile bei unter Spannung stehender Anlage abgenommen werden können. Das gilt auch für die auf Sammelschienen auferasteten Geräte unter der Bedingung, dass die Regeln für das Arbeiten unter Spannung befolgt werden.

Die Art der Rastung hat Einfluss auf die Form der Geräte und die im Abschnitt 2.3 beschriebene Anschlussmodalität. Sie und die Trennbarkeit sind durch die Buchstabenkurzzeichen H, T, U und Z jeweils in der 3. Spalte der Tafeln 1 bis 3 angegeben.

4.2 Polzahl, Anschlusschema und interne Verbindungen

Während früher überwiegend einpolige Blitzstromableiter und im TT-System zusätzlich ein N-PE-Blitzstromableiter verwendet wurden, werden stattdessen zunehmend mehr-

polige Geräte und komplette Schaltungen mit N-PE-Blitzstromableiter entsprechend Tafel 3 hergestellt und eingesetzt. Diese Geräte haben u. a. den Vorteil, dass sie schon die internen Verbindungen der einzelnen Schutzpfade enthalten und dadurch die Montage erleichtern.

Bei den kompletten Schaltungen mit N-PE-Ableiter ist die Lage der internen Verbindung für den Neutralleiter gemäß Bild 3 für das Anschließen vorteilhafter als die nach Bild 4. Die zutreffende Ausführung wird bei den für V-Anschluss geeigneten Geräten in der 1. Spalte der Tafel 3 mit einem Voldreieck oder Vollquadrat angegeben.

Der im TT-System gemäß Bild 1b) zusätzlich benötigte N-PE-Blitzstromableiter BN kann nicht als ein Pol bezeichnet werden, denn er ist anders als die Schutzpfade BA geschaltet und muss andere Kenngrößen als diese haben. Von den kompletten Schaltungen mit N-PE-Blitzstromableiter (in Tafel 3) 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 3 sind nicht nur für das TT-System geeignet. Im TN-S-System können sie anstelle von Blitzstromableitern gemäß Tafel 1, deren Polzahl jeweils um 1 größer ist, eingesetzt werden, z. B. die 3+1-Schaltung anstelle der 4+0-Schaltung ([4], Abschn. 5.3, Tafel 1 und Bild 3). Allerdings ist dabei der Schutzpegel zwischen den Außenleitern und dem Schutzleiter größer ([4], Abschnitt 6.2).

Tafel 2 N-PE-Blitzstromableiter (Angaben ohne Gewähr)

Position	Firma, Typ	Form	Blitzstoßstrom (10/350) I_{imp} pro Pol in kA	Schutzpegel U_p in kV	Folgestrom-Löschvermögen I_t in kA ^{a)}	max. Leiterquerschnitt in mm ^{2 c)}		Breite in TE, je $\approx 17,9 \text{ mm}$
						Stichleitungs-Anschluss	V-Anschluss	
1	Pröp, P-N/PE B Wer, OVP-Z1/N-PE Cit, DS 100 SG/N/PE	H	100	4	0,1	50	-	1
2	Leu, SumPro-B-Tr	H	100	4	0,1	50	50	2
3	ABB, Limitor B NPE 50	H	50	1,5	0,1	50	50	2
4	ABB, Limitor B NPE 100	H	100	1,5	0,1	50	50	2
5	D, DGP BN 255 Hag, SP 150	H	100	4	0,1	50	-	2
6 ^{d)}	D, DGP M 255	T	100	1,5	0,1	50	35	2
7	OBO, MC 125-B/NPE	H	125	2,5	0,1	2 x 35	35	2
8	OBO, MCD 125-B/NPE	H	125	1,3	0,1	2 x 35	35	2
9	Ph, FLT 50 N/PE CTRL-1.5	H	50	1,5	0,5	35	-	1
10	Ph, FLT 100 N/PE CTRL-1.5	H	100	1,5	0,1	35	-	1
11 ^{e)}	Ph, FLT-CP-N/PE-350	T	100	1,5	0,1	35	35	2

Fußnoten und Zeichenerklärungen s. Tafel 1

Tafel 3 Blitzstromableiter ohne N-PE-Ableiter (Angaben ohne Gewähr)

Position	Firma, Typ	Form	Polzahl ^{e)}	Anschlussschema (...Schaltung)	Blitzstoßstrom (10/350) I_{imp} in kA		Schutzpegel U_p in kV	Folgestrom-Löschvermögen I_f in kA ^{a)}		max. Sicherungsbemessungsstrom in A ^{b)}		max. Leiterquerschnitt in mm ^{2 c)}		Breite in TE, je ≈ 17,9 mm
					pro Pol	N-PE-Ableiter		Pole	N-PE-Ableiter	Sticheitungs-Anschluss	V-Anschluss	Sticheitungs-Anschluss	V-Anschluss	
nicht folgestrombegrenzende Pole														
1	Pröp, P-BM 3+1 Wer, OVP-Z1/TT Cit, DS 104 SG TT	H	3	3+1	35	100	4	2	0,1	160	–	50	–	4
2 ■	Leu, PP BC TT1+1 25/100	H	1	1+1	25	100	2,5	4	0,1	250	100	50	50	4
3 ■	Leu, PP BC TT 25/100	H	3	3+1	25	100	2,5	4	0,1	250	100	50	50	8
4	Ph, FLT 35/3+1 CTRL-1.3/I	H	3	3+1	12,5	50	1,3	3	0,5	400	–	35	–	4
folgestrombegrenzende Pole														
5 ▲	ABB, Limitor B TT 2P	H	1	1+1	25	50	2,5	50	0,1	125	125	50	50	4
6 ▲	ABB, Limitor B TT	H	3	3+1	25	100	2,5	50	0,1	125	125	50	50	8
7 ▲ ^{r)}	D, DV M TT 2P 255	T	1	1+1	25	50	1,5	50	0,1	315	125	50	35	4
8 ▲ ^{r)}	D, DV M TT 255 Hag, SPN 802 Wie, TAP V M TT 255	T	3	3+1	25	100	1,5	50	0,1	315	125	50	35	8
9 ^{s)}	D, DV ZP TT 255 Hag, SP 801 Z	Z	3	3+1	25	100	1,5	25	0,1	315	–	–	–	3
10 ■	OBO, MC 50-B/4	U	3	3+1	50	100	2	12,5	0,1	500	125	2 × 35	35	8
11 ■	OBO, MCD 50 B/4	U	3	3+1	50	100	1,3	12,5	0,1	500	125	2 × 35	35	8
12 ■ ^{q)}	Ph, FLT-CP-PLUS-1S-350 Sie, 5SD7 412-1 Wei, PU I 1+1 TSG+ 350 V 1,5	T	1	1+1	25	100	1,5	50	0,1	315	125	35	35	4
13 ■ ^{q)}	Ph, FLT-CP-PLUS-2S-350	T	2	2+1	25	100	1,5	50	0,1	315	125	35	35	6
14 ■ ^{q)}	Ph, FLT-CP-PLUS-3S-350 Sie, 5SD7 414-1 Wei, PU I 3+1 TSG+ 350 V 1,5	T	3	3+1	25	100	1,5	50	0,1	315	125	35	35	8

▲ vertikaler Verlauf der internen Verbindung für den Neutralleiter wie im Bild 3; ■ horizontaler Verlauf der internen Verbindung für den Neutralleiter wie im Bild 4; e) Der N-PE-Ableiter zählt nicht als Pol; U Pole wie T und N-PE-Ableiter wie H. Weitere Fußnoten und Zeichenerklärungen s. Tafel 1

4.3 Blitzstoßstromableitvermögen

Die größte Stoßstrombeanspruchung der Blitzstromableiter tritt bei einem Direkt einschlag in den äußeren Blitzschutz des Hauses nach Bild 1 auf. Der gesamte Blitzstoßstrom I_G sowie seine Zweigstoßströme I_Z und I_{ZZ} (alles Scheitelwerte, Formelzeichen vom Verfasser eingeführt) sind im Bild 1 erläutert. Für das Blitzstoßstromableitvermögen I_{imp} wird die Welle (10/350 μ s) angenommen. Es muss für jeden Schutzpfad des Blitzstromableiters mindestens so groß sein wie der maximale Zweigstoßstrom, der ihn durchfließt, also I_{ZZ} pro Pol und ggf. I_Z für den N-PE-Ableiter. Das Blitzstoßstromableitvermögen (10/350 μ s) I_{imp} wird in den Tafeln 1 und 3 außer für den N-PE-Schutzpfad um der Korrektheit, Eindeutigkeit und Vergleichbarkeit wegen immer nur pro Pol angegeben, auch bei mehrpoligen Geräten. Für I_G gelten 200 kA bei Blitzschutzklasse I, 150 kA bei II und 100 kA bei III und IV ([11], Abschn. 8.1 und Tabelle 5). Das Verhältnis von I_Z zu I_G hängt von vielen Einflüssen ab, insbesondere vom Erder des Hauses und

seinen Verbindungen mit den Erden benachbarter Gebäude. Die Größe von I_Z wird jedoch üblicherweise mit $0,5 \cdot I_G$ angenommen. Sie wird zur Ermittlung von I_{ZZ} nochmals durch die Anzahl der an der Stoßstromführung beteiligten Leiter des Hausanschlusses (z. B. 4 beim Vierleiter-Hausanschluss) geteilt. Das bedeutet bei der Blitzschutzklasse I:

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

Für den Fall, dass der Blitzstoßstrom nicht ermittelt werden kann, schreibt die neue Norm VDE 0100-534 [2] im Abschnitt 534.2.3 vor, dass das Blitzstoßstromableitvermögen I_{imp} der Blitzstromableiter mindestens betragen muss:

- 12,5 kA pro Pol
- 50 kA für den N-PE-Ableiter bei Drehstrom
- 25 kA für den N-PE-Ableiter bei Einphasen-Wechselstrom.

Das entspricht den Blitzschutzklassen III und IV und beträgt jeweils die Hälfte der bisher geforderten Größen. Die Einsatzrichtlinie der Netzbetreiber fordert jedoch, dass die Blitzschutzklasse I zugrunde zu legen ist, wenn

keine andere bekannt ist ([9], Abschn. 3.4). Der Verfasser empfiehlt, die Blitzstromableiter immer nach der Blitzschutzklasse I auszuwählen, denn sie sollen jedem Einschlag standhalten. Das bedeutet:

- $I_{imp} = 25$ kA pro Pol
 - $I_{imp} = 100$ kA beim N-PE-Ableiter.
- Zweileiter-Hausanschlüsse haben kaum noch Bedeutung. Auch wenn die Anlage nur eines Einphasenzählers bedarf, sollte der Anschlussnehmer im Hinblick auf den Überspannungsschutz einen Vierleiter-Hausanschluss bestellen.

4.4 Schutzpegel

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 Funkenstreckenordnung 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.

Blitzstromableiter mit niedrigem Schutzpegel können in Anlagen von kleiner räumlicher Ausdehnung eventuell die Aufgabe von ÜSE Typ 2 mit erfüllen. Andererseits besteht eventuell die Möglichkeit, zwei solche Blitzstromableiter bei Anordnung mit großem Abstand hintereinander zu schalten. Vor diesbezüglichen Entscheidungen sollte man sich vom Hersteller beraten lassen. Weiteres zum Schutzpegel kann dem Abschnitt 6.2 von [4] entnommen werden.

4.5 Folgestromlöschvermögen

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 5.4.

Der N-PE-Blitzstromableiter wird von keinem erheblichen Folgestrom durchflossen. Darum muss er nur ein Folgerstrom-Löschvermögen (Effektivwert) I_f von 0,1 kA aufweisen ([2], Abschn. 534.2.3.5; [4], Abschn. 6.7.).

4.6 Sicherungsbemessungsstrom

Der maximale Sicherungsbemessungsstrom des Blitzstromableiters darf nicht vom Bemessungsstrom der Vorsicherung überschritten werden ([2], Abschn. 534.2.4). 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 Hausanschlussssicherung HA dienen ([4], Abschn. 5.7.2).

4.7 Anschlussleiterquerschnitt

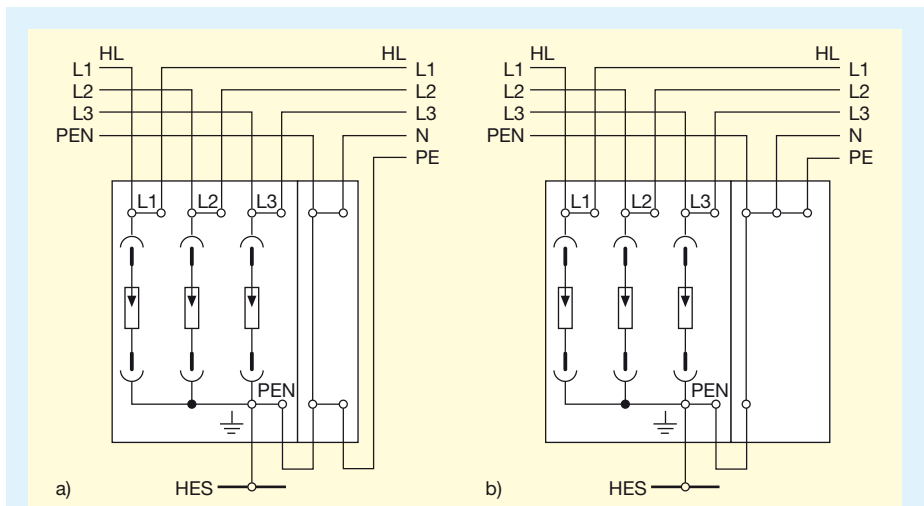
Blitzstromableiter können keine Überlast verursachen, weil sie keine Verbrauchsgeräte sind. Stickleitungen für ihren Anschluss wie im Bild ❶ brauchen darum nur für den Kurzschlusschutz bemessen zu werden. Wenn ihr Leiterquerschnitt dennoch den in den Tafeln ❶ bis ❸ angegebenen Anschlussleiterquerschnitt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

Beim V-Anschluss, z. B. nach den Bildern ❷ bis ❹, wird die Hauptleitung durchgeschleift. Sie führt den Betriebsstrom, muss deswegen

durch die Hausanschlussssicherung auch vor Überlast geschützt sein und einen entsprechenden Leiterquerschnitt haben. Wenn dieser den max. Anschlussleiterquerschnitt der Blitzstromableiter überschreitet, kann der V-Anschluss nicht erfolgen. Beim Aufrasten auf Sammelschienen besteht dieses Problem nicht.

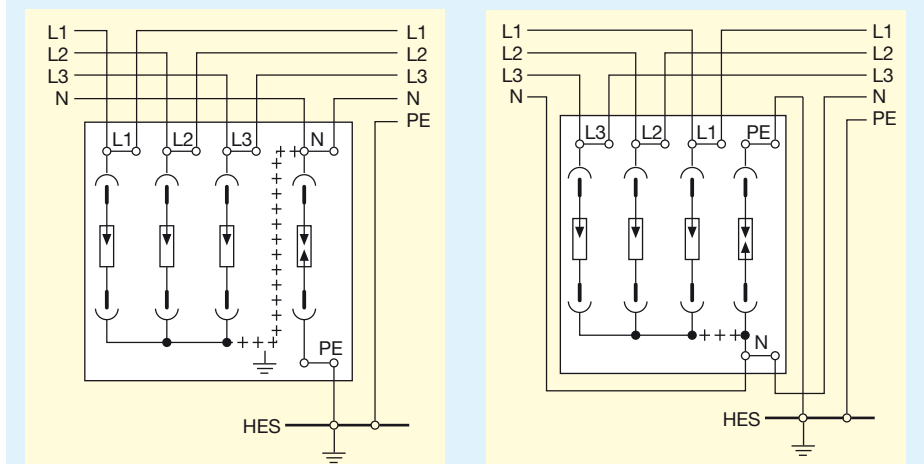
4.8 Zustandsanzeige

Die Zustandsanzeige darf nicht dauernd Energie aus der Hauptleitung entnehmen ([9], Abschn. 3.5). Sie wird darum vorwiegend mechanisch ausgeführt, und Meldelampen leuchten nur bei Tasterbetätigung. Manche Typen sind mit einem potentialfreien Wechsler für Fernanzeige ausgestattet. Angaben über die Zustandsanzeige bei folgestrombegrenzenden Geräten sind als Fußnoten jeweils in der 1. Spalte der Tafeln ❶ und ❸ enthalten.



❷ Beispiele für den V-Anschluss eines Blitzstromableiters mit 3+0-Schaltung an der Übergangsstelle vom TN-C-Teil zum TN-S-Teil eines TN-C-S-Systems

- a) mit Hilfe einer Durchgangsklemme für den PEN-Leiter, die oben zwei Buchsen hat
- b) mit Hilfe einer Durchgangsklemme für den PEN-Leiter, die oben drei Buchsen hat



❸ 3+1-Schaltung mit vertikalem Verlauf der internen Verbindung für den Neutralleiter (Kreuzlinie) und Anschluss im TT-System

❹ 3+1-Schaltung mit horizontalem Verlauf der internen Verbindung für den Neutralleiter (Kreuzlinie) und Anschluss im TT-System

Tafel 4 Firmen

Abk.	Name, Sitz
ABB	ABB Stotz-Kontakt, Heidelberg
Cit	Citel Electronics, Bochum
D	Dehn + Söhne, Neumarkt (OPf.)
Hag	Hager Elektro, Blieskastel
Leu	Leutron, Leinfelden-Echterdingen
OBO	OBO Bettermann, Menden
Ph	Phoenix Contact, Blomberg
Pröp	J. Pröpster, Neumarkt (OPf.)
Sie	Siemens, Erlangen
Weid	Weidmüller, Detmold
Wer	Werit, Altenkirchen
Wie	Wieland Electric, Bamberg

Tafel 5 Gleichbedeutende Typbezeichnungen

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

Tafel 6 Spezifische Energie durch Folgestrom in Abhängigkeit vom prospektiven Kurzschlussstrom bei nicht folgestrombegrenzenden ÜSE Typ 1

I_K in kA	P_F in kA ² s	I_K in kA	P_F in kA ² s
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	25,8	4,0	160

I_K Effektivwert des prospektiven Kurzschlussstroms; P_F maximale spezifische 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 gleich I_K ist. Der Folgestrom kann jedoch kleiner als I_K sein und kürzer als eine Halbwelle fließen. Darum ist P_F eine Maximalgröße, die je nach Typ und zeitlicher Relation von Stoßstrom und Wechselstromwelle mehr oder weniger unterschritten wird.

naugigkeiten der Eingabegrößen P_V und P_{ZZ} , sodass sie bei der Berechnung vernachlässigt werden kann.

5.5 Konsequenzen

Bei Direkteinschlägen mit großem Blitzstoßstrom und zudem kleinem Bemessungsstrom der Hausanschlusssicherung kann diese die Anlage abschalten. Wird eine hohe Versorgungszuverlässigkeit benötigt, so ist es zweckmäßig,

- einen folgestrombegrenzenden Blitzstromableiter einzusetzen,
- den Bemessungsstrom der Hausanschlusssicherung möglichst groß zu wählen,
- nach Möglichkeit den Erder des Hauses mit den Erdern der Nachbargebäude zu verbinden, direkt oder über Trennfunkentrecken.

Damit wird eine Chance geschaffen, dass wenigstens bei

- kleinen Gesamtblitzströmen I_G ,
- nahen und fernen Blitzeinschlägen sowie
- Schaltüberspannungen die Abschaltung unterbleibt.

Literatur

[1] Hering, E.: Aktuelle Blitzstromableiter für Hauptstromversorgung. Elektropraktiker, Berlin 61 (2007) 2, S. 117–122.
 [2] DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534):2009-02 Errichten von Niederspannungsanlagen; Teil 5-53: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel; Trennen, Schalten, Steuern; Abschnitt 534: Überspannung-Schutzeinrichtungen (ÜSE).
 [3] Hering, E.: Grundsätze des Überspannungsschutzes. Elektropraktiker, Berlin 63 (2009) 1, S. 50–51.
 [4] Hering, E.: Neue Norm für die Auswahl und den Einsatz von ÜSE. Elektropraktiker, Berlin 63 (2009) 2, S. 137–142.
 [5] Hering, E.: Blitzschutz-Potentialausgleich, Trennfunkentrecken und Blitzstromableiter. Elektropraktiker, Berlin 59 (1999) 2, S. 122–126.
 [6] Hering, E.: 3+1-Schaltung und NPE-Ableiter. Elektropraktiker, Berlin 54 (2000) 10, S. 834–836.
 [7] Hering, E.: Trennfunkentrecken. Elektropraktiker, Berlin 62 (2008) 1, S. 46–49.
 [8] Hering, E.: Blitzstromableiter im Hauptverteiler. Elektropraktiker, Berlin 63 (2009) 8, S. 620–626.
 [9] Verband der Netzbetreiber (VDN) e.V. beim VDEW, Berlin (Herausgeber): Technische Richtlinie – Einsatz von Überspannungsschutzeinrichtungen (ÜSE) Typ 1 (bisher Anforderungsklasse B) in Hauptstromversorgungssystemen. 2. Auflage. 2004.
 [10] DIN EN 61643-11 (VDE 0675-6-11):2007-08 Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung; Teil 11: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen; Anforderungen und Prüfungen.
 [11] DIN EN 62305-1 (VDE 0185-305-1):2006-10 Blitzschutz; Teil 1: Allgemeine Grundsätze. ■

5 Erwärmung der Vorsicherung

5.1 Ursachen und Auswirkung

Der die Vorsicherung durchfließende Strom bewirkt die spezif. Energie $W/R = \int I^2 \cdot dt = P$, 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 Zweig-Stoßstrom I_{ZZ} (siehe Bild 1) 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):

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

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 .

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

5.2 P_V der Vorsicherung

Die der Beanspruchung durch Blitzstoßströme zugeordnete minimale Energie P_V ist wegen des Skin-Effekts kleiner als die minimale spezifische Energie bei Kurzschlussströmen,

die als „minimaler Durchlass- β -t-Wert“ bezeichnet wird. Auch kann die als Vorsicherung dienende Hausanschlusssicherung durch den Betriebsstrom der Verbraucheranlage vorewärmt sein.

Ist die Vorewärmung durch einen Betriebsstrom in der Größe von 2/3 des Bemessungsstroms der Sicherung verursacht, beträgt P_V ungefähr

- 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.

5.3 P_{ZZ} durch Zweigstoßstrom

Die spezifische Energie bei einem Blitzeinschlag P_{ZZ} steigt mit dem Quadrat des Stroms I_{ZZ} und folgt der Gleichung (3).

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

5.4 P_F durch Folgestrom

Die spezifische Energie durch den Folgestrom P_F ist vom prospektiven (unbeeinflussten) Kurzschlussstrom an der Einbaustelle und vom Folgestromverhalten des Blitzstromableiters abhängig. Für die nicht folgestrombegrenzenden Geräte ist sie in der Tafel 6 angegeben.

Die folgestrombegrenzenden Blitzstromableiter heben sich von den vorgenannten dadurch ab, dass ihr Folgestromlöschvermögen I_f viel größer als 4 kA und ihre spezifische Energie durch Folgestrom P_F sehr viel kleiner ist. Diese ist kleiner als die möglichen Unge-