

# Blitzstromableiter für Hauptstromversorgungssysteme

E. Hering, Dresden

**Der Beitrag gibt eine Übersicht über die auf dem Markt befindlichen Blitzstromableiter (Überspannungsschutzgeräte des Typs 1, entsprechend Anforderungsklasse B), die für den Einsatz im Hauptstromversorgungssystem (Anlagenteil vor den Zählern) geeignet sind. Zudem werden die für die Auswahl wichtigen Kenngrößen erläutert und angegeben.**

## 1 Aufgabe und Installation der Blitzstromableiter

Blitzstromableiter haben die Aufgabe, die aktiven Leiter (Außenleiter und Neutralleiter) der Hauptleitungen von Starkstromanlagen in den Blitzschutz-Potentialausgleich einzubeziehen und damit dem inneren Blitzschutz der Gebäude zu dienen. Sie bewirken den Grobschutz. Zum vollständigen Schutz der elektrischen Anlagen und Betriebsmittel gehören auch Überspannungsschutzgeräte Typ 2 (Mittelschutz) und Typ 3 (Feinschutz), die hier nicht behandelt werden. Übrigens bedürfen auch die informationstechnischen Anlagen des Überspannungsschutzes, für den spezielle Geräte erforderlich sind.

Für die Auswahl und Installation der Blitzstromableiter (und auch der anderen Überspannungsschutzgeräte) 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 sind u. a. in [2] bis [6] enthalten.

Die Blitzstromableiter werden zweckmäßigerweise an das Hauptstromversorgungssystem angeschlossen, z. B. entsprechend Bild 1. In Anlagen, die an ein öffentliches Verteilungsnetz angeschlossen sind, versteht man unter „Hauptstromversorgungssystem“ den vom Verteilungsnetzbetreiber plombierten Anlagenteil 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 gemäß Bild 1 a) die Außenleiter (L1, L2, L3) über je einen Blitzstromableiter BA mit dem PEN-Leiter verbunden ([6], Abschn. 3.1). Im TT-System muss die so genannte 3+1-Schaltung nach Bild 1 b) ausgeführt werden, bei der die Blitzstromableiter BA zwischen den Außenleitern und dem Neutralleiter (N) liegen sowie zwischen diesem und dem Schutzleiter (PE) ein N-

PE-Blitzstromableiter BN eingefügt ist ([1], Abschn. 534.2.2 u. 534.3.2.1; [5]; [6], Abschn. 3.2).

## 2 Tafeln für Übersicht und Kennwerte

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 3+1-Schaltungen.

Diese Tafeln enthalten nur Blitzstromableiter auf Funkenstreckenbasis, die nach der vom VDN beim VDEW herausgegebenen Einsatz-

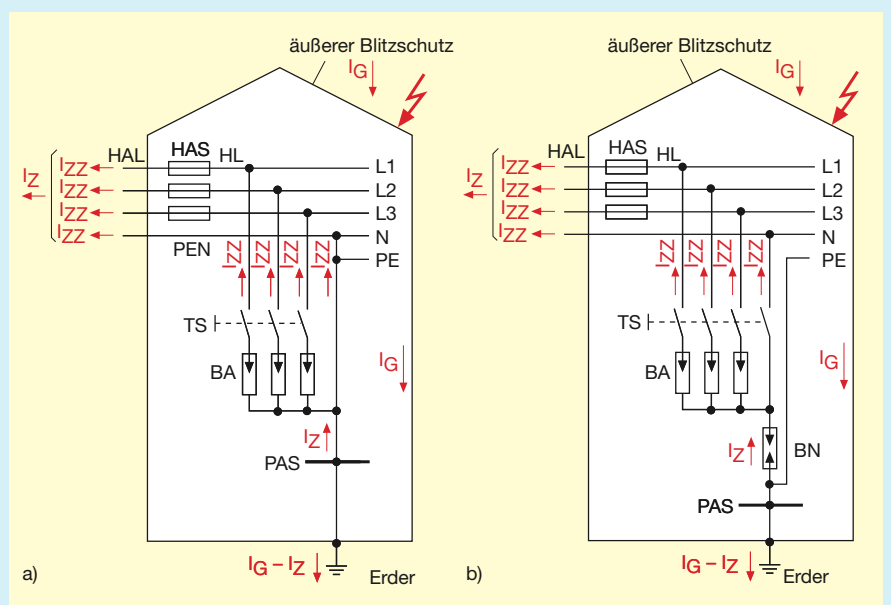
richtlinie [7] im Hauptstromversorgungssystem verwendet werden dürfen und nach Meinung des Verfassers auch dafür geeignet sind. So sind Geräte nicht aufgeführt, die

- im oder in einem Hauptpfad einen Varistor oder eine Abtrenneinrichtung enthalten,
- mit einer Kontrolllampe ausgestattet sind
- oder Typ 1 und Typ 2 in sich vereinigen.

Die Blitzstromableiter müssen nach EN 61 643-11 [8] geprüft sein.

Typen mit gemeinsamer Positionsnummer sind bau- und datengleich. In 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 ([1], Abschn. 534.3.1 u. 534.3.2). Üblich sind 255 V und 260 V. Bei Erzeugnissen mit  $U_C = 440 \text{ V}$  (auch für 440/690-V-Netze geeignet) ist die Verwendbarkeit für 230 V nicht beeinträchtigt.

Die Tafeln 1 bis 3 beruhen auf den Angaben der jeweiligen Firmen. Sie entsprechen dem Stand vom Januar 2005. Es können jederzeit Änderungen der Kenngrößen 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.



### 1 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 fernen Erden fließender Zweig-Stoßstrom;  $I_{ZZ}$  pro Leiter der HAL und pro BA fließender Zweig-Stoßstrom

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

Die HAS dient als Vorsicherung für die BA. 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.

**3 Kenngrößen**

**3.1 Polzahl und Verbindungen**

Die meisten Blitzstromableiter sind einpolig. Bei Drehstrom werden im Allgemeinen drei Geräte BA gemäß Bild 1 miteinander verbunden oder mehrpolige Ableiter mit eingebauten Verbindungen eingesetzt.

Der bei der 3+1-Schaltung im TT-System gemäß Bild 1 b) zusätzlich benötigte N-PE-Blitzstromableiter BN kann nicht als vierter Ableiterpol betrachtet werden, denn er ist anders als die Blitzstromableiter BA geschaltet und muss andere Kenngrößen als diese haben. Eine im N-PE-Blitzstromableiter enthaltene vertikale Brücke („integrierte vertikale Durchgangsklemme für den Neutralleiter“) erleichtert das Anschließen.

**3.2 Blitzstoßstrom-Tragfähigkeit**

Die größte Stoßstrombeanspruchung der Blitzstromableiter tritt bei einem Direkteinschlag in den äußeren Blitzschutz des Hauses nach Bild 1 auf. Der gesamte Blitzstoßstrom  $I_G$  ([9], Abschn. 5 und Tabelle 4) sowie seine Zweigströme  $I_Z$  und  $I_{ZZ}$  sind in der Tafel 5 angegeben und im Bild 1 erläutert. Für sie wird die Welle (10/350  $\mu$ s) angenommen.

Die Blitzstoßstrom-Tragfähigkeit (10/350  $\mu$ s)  $I_{imp}$  wird in der Tafel 1 um der Korrektheit, Eindeutigkeit und Vergleichbarkeit willen **immer nur pro Pol** angegeben, **auch bei mehrpoligen Ableitern**. Sie muss mindestens so groß wie der Zweigstoßstrom  $I_{ZZ}$  in der letzten Zeile von Tafel 5 (für  $v = 0,5$ ) sein ([1], Abschnitt 534.3.1.1 und Tabelle 534.3.1.1 für das TN-System; Abschn. 534.3.2.1 u. Tabelle 534.3.2.1 für das TT-System).

Der beim TT-System zusätzlich erforderliche N-PE-Blitzstromableiter BN wird vom Zweig-Stoßstrom  $I_Z$  durchflossen und muss dementsprechend stärker bemessen werden.

Wenn der Gefährdungspegel (die Blitzschutzklasse) nicht bekannt ist, muss er mit I angenommen werden ([7], Abschn. 3.4). Unabhängig von dieser Forderung wird der Auswahl der Blitzstromableiter meistens der Gefährdungspegel 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 Tafel 2 enthält darum keine N-PE-Blitzstromableiter mit einem Blitzstoßstrom-Tragvermögen unter 100 kA.

**3.3 Ansprechblitzstoßspannung**

Die Ansprechblitzstoßspannung hat Einfluss auf die Schutzwirkung. Sie war früher einheitlich maximal 4 kV (Scheitelwert). Zunehmend kommen Typen mit kleineren Ansprechblitzstoßspannungen (bis herunter auf 0,9 kV) auf den Markt. Damit wird das Zusammenwirken mit getrennten Überspannungsschutzgeräten Typ 2 (Mittelschutz) verbessert. Wenn diese Verbesserung so weit geht, dass die Entkopplung (z. B. durch Entkopplungsdrosseln oder

**Tafel 1 Blitzstromableiter (ohne N-PE-Ableiter)**

(Ohne Gewähr)

Position	Firma, Typ	Polzahl	Blitzstoßstrom (10/350) $I_{imp}$ pro Pol in kA	Max. Ansprechblitzstoßspannung in kV	Folgestrom-Löschvermögen $I_r$ in kA a)	Max. Sicherungsbeurteilungstrom in A b)	Wie vor, jedoch bei V-Anschluss c)	Max. Leiterquerschnitt in mm <sup>2</sup> d)		Breite in TE, je 17,5 mm
								Stichleitung	V-Anschluss	
<b>nicht folgestrombegrenzende Ableiter</b>										
1	Pröp, P-BM 230 Wer, OVP-Z1/1 Cit, DS 101 SG	1	35	4	2	160	-	50	-	1
2	Pröp, P-BM 3 Wer, OVP-Z1/3 Cit, DS 103 SG	3	35	4	2	160	-	50	-	4
3	Pröp, P-BM 4 Wer, OVP-Z1/4 Cit, DS 104 SG	4	35	4	2	160	-	50	-	4
4	Ph, FLT 35-260	1	35	4	3	125	-	35	-	1
5 <sup>1)</sup>	Ph, FLT 35/3	3	35	4	3	125	-	35	-	3
6 <sup>1)2)</sup>	Moel, SPI-35/440	1	35	1,5	3	125	-	25	-	1
7 <sup>1)2)3)</sup>	Ph, FLT 35 CTRL-1,5	1	35	1,5	3	125	-	35	-	1
8 <sup>4)5)</sup>	D, DEHNbloc 1 ABB, Limitor NB-B GE, VBAB 1 Hag, SP 120 Klei, 1440/50G Sie, 5SD7 311-1 Wago, 792-111 Wie, TAP Block/1	1	50	4	3	500	-	50	-	2
9 <sup>4)</sup>	D, DEHNbloc 3 GE, VBAB 3 Hag, SP 320 Klei, 1443/100G Sie, 5SD7 313-1 Wago, 792-110 Wie, TAP Block/3	3	50	4	3	500	-	50	-	4
10	D, DEHNbloc NH	1	50	4	3	500	-	e)	e)	e)
11	Leu, PowerPro-B-Tr/50	1	50	4	4	250	125	50	50	2
12 <sup>4)5)6)</sup>	D, DEHNport ABB, Limitor M-B Klei, 1440/60 Sie, 5SD7 311-0 Wago, 792-100	1	75	3,5	4	500	-	50	-	2
<b>folgestrombegrenzende Ableiter</b>										
13	D, DEHNbloc H	1	25	4	50	315	125	50	35	2
14 <sup>2)3)</sup>	D, DEHNbloc Maxi 1255	1	25	2,5	25	315	125	50	35	2
15 <sup>4)6)</sup>	D, DEHNport Maxi Sie, 5SD7 315-0	1	50	4	50	500	-	50	-	2
16 <sup>2)3)7)</sup>	D, DEHNventil TNC	3	25	1,5	50	315	125	50	35	6
17 <sup>2)3)7)</sup>	D, DEHNventil TNS	4	25	1,5	50	315	125	50	35	8
18 <sup>1)6)8)</sup>	Ph, FLT-PLUS	1	50	4	50	250	-	35	-	2
19 <sup>1)2)3)6)8)</sup>	Ph, FLT-PLUS CTRL 2,5	1	50	2,5	50	250	-	35	-	2
20 <sup>1)2)3)6)8)</sup>	Ph, FLT-PLUS CTRL 1,5 Wei, PU1 TSG+50/1,5-400	1	50	1,5	50	250	-	35	-	2
21 <sup>9)</sup>	OBO, MC 50-B VDE	1	50	2	12,5	500	125	2 x 35	35	2
22 <sup>3)9)</sup>	OBO, MCD 50-B	1	50	1,3	12,5	500	125	2 x 35	35	2

<sup>1)</sup>  $U_c = 440$  V; <sup>2)</sup> getriggerte Funkenstrecke; <sup>3)</sup> mit getrenntem Überspannungsschutzgerät Typ 2 koordiniert; <sup>4)</sup> Auslauftyp; <sup>5)</sup> auch für  $U_c = 440$  V lieferbar; <sup>6)</sup> ausblasend; <sup>7)</sup> mit Kontrolllampen und darum nicht mit [7] konform, jedoch auch ohne sie lieferbar; <sup>8)</sup> größere vertikale Abmessung; <sup>9)</sup> trennbar  
a) Effektivwert bei 255 V; b) Effektivwerte des prospektiven Kurzschlussstroms über 25 kA können bei manchen Blitzstromableitern kleinere Bemessungsströme der Vorsicherung erfordern; c) Begrenzung im Hinblick auf die Belastbarkeit der Anschlussklemmen; d) mehrdrätig; e) für NH-Unterteil.

hinreichend lange Leitung) zwischen den Geräten des Typs 1 und des Typs 2 entfallen kann, spricht man von „mit getrenntem Überspannungsschutzgerät Typ 2 koordiniert“. Je kleiner die Ansprechblitzstoßspannung ist, um so leichter und häufiger spricht der

Blitzstromableiter an. Das ist auch nachteilig, weil dieser dadurch mehr der Abnutzung unterliegt. Darum wurden keine Blitzstromableiter mit kleineren Ansprechblitzstoßspannungen als 1,3 kV in die Tafeln 1 bis 3 aufgenommen.

Tafel 2 N-PE-Blitzstromableiter

(Ohne Gewähr)

Position	Firma, Typ	Blitzstoßstrom (10/350) $I_{imp}$ in kA	Max. Ansprechblitzstoßspannung in kV	Max. Leiterquerschnitt in mm <sup>2</sup> 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	100	4	50	-	1
2	Leu, SumPro-B-Tr	100	4	50	50	2
3	Ph, FLT 100-260	100	4	35	-	2
4	D, DEHNgap B/n ABB, Limitor GN-B GE, VBAB NPE Hag, SP 150, Klei, 1440/100GTT Sie, 5SD7 318-1 Wago, 792-132 Wie, TAP LA B/N	100	4	50	-	2
5 <sup>4)6)</sup>	D, DEHNgap B	100	4	50	-	2
6 <sup>2)</sup>	Moel, SPI-100/NPE	100	1,5	35	-	2
7 <sup>2)3)</sup>	Ph, FLT 100 N/PE Wei, PU1 TSG 100/1,5-260	100	1,5	35	-	2
8 <sup>2)9)</sup>	Ph, FL-CP-N/PE-350	100	1,5	35	35	2
9 <sup>2)3)10)</sup>	D, DEHNgap Maxi	100	1,5	50	35	2
10 <sup>10)</sup>	OBO, MC 125-B/NPE	125	2,5	2 x 35	35	2
11 <sup>3)10)</sup>	OBO, MCD 125-B/NPE	125	1,3	2 x 35	35	2

<sup>10)</sup> mit integrierter vertikaler Durchgangsklemme für den Neutralleiter. Weitere Fußnoten s. Tafel 1. Bei allen Geräten ist das Folgestromlöschvermögen  $I_f \geq 0,1$  kA a)

Tafel 4 siehe Seite 126

Tafel 5 Spezifische Energie und Blitzstoßströme (10/350 µs) in Abhängigkeit vom Gefährdungspegel

Tafel 3 3+1-Schaltung (3 Pole + N-PE-Ableiter) (Ohne Gewähr)

Position	Firma, Typ	Blitzstoßstrom (10/350) $I_{imp}$ pro Pol in kA	Max. Ansprechblitzstoßspannung in kV	Folgestrom-Löschvermögen der Pole $I_f$ in kA a)	Max. Sicherungsbeurteilungstrom in A b)	Max. Leiterquerschnitt in mm <sup>2</sup> d)	Breite in TE, je 17,5 mm
2 <sup>2)3)7)</sup>	D, DEHNventil TT	25	1,5	50	315 125	50 35	8

Fußnoten siehe Tafel 1. Bei allen Geräten hat der N-PE-Ableiter das Blitzstoßstrom-Tragvermögen (10/350)  $I_{imp} = 100$  kA und das Folgestrom-Löschvermögen  $I_f = 0,1$  kA a). Bei der Angabe von zwei Werten für den max. Sicherungsbeurteilungstrom und den max. Leiterquerschnitt gilt jeweils der obere für die Stichleitung und der untere für den V-Anschluss.

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

$P = W/R$  spez. Energie für  $I_G$ ;  $I_G$  gesamter Blitzstoßstrom;  $I_Z$  Zweig-Stoßstrom im Hausanschluss;  $I_{ZZ}$  Zweig-Stoßstrom pro Leiter des Hausanschlusses;  $v$  Verzweigungsfaktor;  $m$  Anzahl der an der Stromleitung beteiligten Leiter des Hausanschlusses, z. B. 4 beim Vierleiter-Hausanschluss; f) Werte nach Abschn. 5 und Tabelle 4 von VDE V 0185 Teil 1 [9]; g) Diese auf  $v = 0,5$  beruhenden Werte sollen lt. VDE V 0100 Teil 534 [1] der Bemessung der Blitzstromableiter zu Grunde gelegt werden. Alle Blitzstromwerte sind Scheitelwerte. Die Formelzeichen  $I_Z$ ;  $I_{ZZ}$ ;  $P$  und  $v$  stammen vom Verfasser.

### 3.4 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 entsprechend Bild 2 ein von der Netzwechselfspannung getriebener Folgestrom  $I_f$  über die Lichtbögen und die vor-

geordneten Anlageteile. 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 den isolierenden Zustand wieder herzustellen. Damit das gewährleistet ist, muss sein Folgestromlösch-

vermögen (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 4.3.

Der N-PE-Blitzstromableiter wird, wie das Bild 2 erkennen lässt, von keinem erheblichen Folgestrom durchflossen. Darum muss er nur

Anzeige

Tafel 4 Firmen

Abk.	Name, Sitz
ABB	ABB Stotz-Kontakt GmbH 69123 Heidelberg
Cit	Citel Electronics GmbH 40239 Düsseldorf
D	Dehn + Söhne GmbH + Co. KG 92318 Neumarkt
GE	GE Power Controls GmbH & Co.KG 51105 Köln
Hag	Hager Elektro GmbH 66440 Blieskastel
Klei	H. Kleinhuis GmbH + Co. KG, 58507 Lüdenscheid
Leu	Leutron GmbH 70771 Leinfelden-Echterdingen
Moel	Moeller Gebäudeautomation KG, A - 3943 Schrems
OBO	OBO Bettermann GmbH & Co. 58710 Menden
Ph	Phoenix Contact GmbH & Co. 32825 Blomberg
Pröp	J. Pröpster GmbH 92318 Neumarkt
Sie	Siemens AG 91050 Erlangen
Wago	Wago Kontakttechnik GmbH 32423 Minden
Weid	Weidmüller GmbH & Co. KG 33102 Paderborn
Wer	Werit Kunststoffw. GmbH & Co. 57610 Altenkirchen
Wie	Wieland Electric GmbH 96052 Bamberg

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

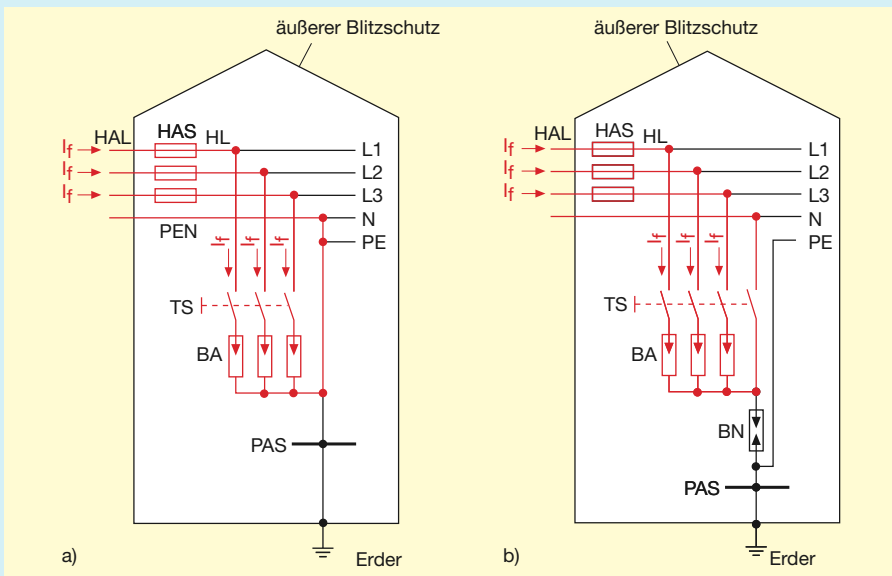
$I_k$ in kA	$P_F$ in kA <sup>2</sup> s	$I_k$ in kA	$P_F$ in kA <sup>2</sup> s
0,6	3,6	1,8	32,4
0,8	6,4	2,0	40,0
1,0	10,0	2,5	62,5
1,2	14,4	3,0	90,0
1,4	19,6	3,5	123
1,6	25,6	4,0	160

$I_k$  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.

ein Folgestromlöschvermögen (Effektivwert)  $I_f$  von 0,1 kA aufweisen ([1], Abschn. 534.3.2.1).

3.5 Sicherungsbemessungsstrom

Der maximale Sicherungsbemessungsstrom des Blitzstromableiters darf nicht vom Bemessungsstrom der Vorsicherung überschritten werden ([1], Abschn. 534.2.5). Diese Forderung darf aber nicht dazu führen, dass der Be-



2 Folgestrom  $I_f$  nach dem Ansprechen der Blitzstromableiter BA durch eine Stoßspannung

a) Haus mit Hauptleitung im TN-C-S-System  
b) Haus mit Starkstromanlage im TT-System  
Die Richtung der Strompfeile bedeutet nicht die Stromrichtung.

messungsstrom 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 den Bildern 1 und 2 die Hausanschlusssicherung HAS dienen ([4], Abschnitte 3 u. 4.1; [6], Abschnitt 5.3).

3.6 Anschlussleiterquerschnitt

Blitzstromableiter können keinen Überstrom verursachen, weil sie keine Verbrauchsgeräte sind. Stichleitungen für ihren Anschluss wie in den Bildern 1 und 2 brauchen darum nur für den Kurzschlusschutz bemessen zu werden. Leitungen für den V-Anschluss (siehe [6], Abschnitt 6) führen dagegen Betriebsstrom. Sie müssen deswegen von der Vorsicherung auch vor Überlast geschützt sein und einen entsprechenden Querschnitt aufweisen. Der Querschnitt von Anschlussleitungen, der den in Tafel 1 bis 3 angegebenen max. Anschlussleiterquerschnitt der Blitzstromableiter überschreitet, muss vor diesen reduziert werden. Das kann z. B. an einem Trennschalter oder einer Klemmenleiste geschehen.

3.7 Ausblasende Geräte

Ausblasende Blitzstromableiter müssen in ein plumbierbares schutzisoliertes Gehäuse mit der Schutzart IP 54, das vom Hersteller dafür bestimmt ist, eingebaut werden.

4 Erwärmung der Vorsicherung

4.1 Ursachen und Auswirkung

Der die Vorsicherung durchfließende Strom bewirkt die spez. Energie  $W/R = \int I^2 dt = P$ , gemessen in  $\text{kJ}/\Omega = \text{kA}^2\text{s}$ . Diese führt zur

Temperaturerhöhung und beim Überschreiten einer bestimmten Größe zur Abschaltung. Bei einem Blitzeinschlag wirkt zunächst die spez. Energie  $P_{ZZ}$  durch den Zweig-Stoßstrom  $I_{ZZ}$  (siehe Bild 1) und anschließend die spez. Energie  $P_F$  durch den Folgestrom  $I_f$  (siehe Bild 2). Weil in der kurzen Zeit dieser Vorgänge keine erhebliche Wärmeabführung erfolgen kann, addieren sich die spez. Energien gemäß Gleichung (1):

$$P_R = P_{ZZ} + P_F \tag{1}$$

$P_R$  resultierende spez. 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 spez. Energie der Vorsicherung  $P_V$  größer ist als  $P_R$ .

$$P_V > P_R \tag{2}$$

Es ist auch zu bedenken, dass die als Vorsicherung dienende Hausanschlusssicherung durch den Betriebsstrom der Verbraucheranlage vorerwärmt sein kann. Bei den NH-Sicherungen kommt hinzu, dass sie u. U. infolge Alterung leichter zum Abschmelzen kommen ([10], Abschn. 16.4.1.1). Die der Beanspruchung der Sicherungen durch Blitzstoßströme zugeordnete min. spez. Energie  $P_V$  ist wegen des Skin-Effekts, der mit einer Widerstandsvergrößerung verbunden ist, erheblich kleiner als die min. spez. Energie bei Kurzschlussströmen, die als „minimaler Durchlass- $I^2t$ -Wert“ bezeichnet wird ([4], Abschn. 2.2 und Tafel 7).  $P_V$  beträgt

- 5 kA<sup>2</sup>s bei NH 80 A,
- 8 kA<sup>2</sup>s bei NH 100 A,
- 12 kA<sup>2</sup>s bei NH 125 A,
- 22 kA<sup>2</sup>s bei NH 160 A,
- 39 kA<sup>2</sup>s bei NH 200 A
- 69 kA<sup>2</sup>s bei NH 250 A,

**Tafel 7 Spezifische Energie durch Folgestrom in Abhängigkeit vom prospektiven Kurzschlussstrom bei folgestrombegrenzenden Blitzstromableitern**

$I_K$ in kA	Position in Tafel 1		
	13...17 h)	18...20	21...22
$P_F$ in kA <sup>2</sup> s			
1	0,6	0,1	
2	0,9	0,5	
3	1,0	1,1	
4	1,1	2,0	
6	1,2	4,4	
8	1,3	7,7	
10	1,4	12	
12,5			2,7
15	1,5	27	
20	1,6	48	
30	1,7 i)		
40	1,8 i)		
50	1,9 i)		

h) Auch Pos. 2 von Tafel 3; i) gilt nicht für Pos. 14 in Tafel 1

$I_K$  Effektivwert des prospektiven Kurzschlussstroms;

$P_F$  spez. Energie durch Folgestrom bei 230 V. Werte für Pos. 13 ... 17 und h) nach Angaben der Fa. Dehn, für Pos. 18 ... 20 der Fa. Phoenix und für Pos. 21 ... 22 der Fa. OBO. Für die leeren Zellen lagen keine Angaben vor.

- 50 kA<sup>2</sup>s bei SHU 80 A,
- 55 kA<sup>2</sup>s bei SHU 100 A.

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

#### 4.2 Spez. Energie durch Zweig-Stoßstrom

Sie steigt mit dem Quadrat des Stroms  $I_{ZZ}$  und folgt der Gleichung (3) ([4], Abschn. 1.1).

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

#### 4.3 Spez. Energie durch Folgestrom

Diese ist vom prospektiven (unbeeinflussten) Kurzschlussstrom an der Einbaustelle und vom Typ des Blitzstromableiters abhängig. Sie kann je nach Typ aus der Tafel 6 bzw. 7 entnommen werden. Die folgestrombegrenzen-

den Blitzstromableiter ab Pos. 13 in der Tafel 1 bewirken viel kleinere spez. Energien  $P_F$  als die anderen. Sie heben sich von den anderen auch dadurch ab, dass ihr Folgestromlöschvermögen  $I_f$  viel größer als 4 kA ist.

#### 4.4 Rechenbeispiele

##### 1. Rechenbeispiel:

$I_{ZZ} = 14 \text{ kA}$ ;  $I_K = 3 \text{ kA}$ ; nicht folgestrombegrenzende Blitzstromableiter.

Lösung:

Nach Gl. (3):

$$P_{ZZ} = (14 \text{ kA} / 100 \text{ kA})^2 \cdot 2500 \text{ kA}^2\text{s}$$

$$P_{ZZ} = 49 \text{ kA}^2\text{s}.$$

Aus Tafel 6:

$$P_F = 90 \text{ kA}^2\text{s}.$$

Nach Gl. (1):

$$P_R = 49 \text{ kA}^2\text{s} + 90 \text{ kA}^2\text{s} = 139 \text{ kA}^2\text{s}.$$

Diese resultierende spez. Energie wird von keiner der im Abschn. 4.1 aufgeführten Überstrom-Schutzeinrichtung getragen.

##### 2. Rechenbeispiel:

Wie 1. Beispiel, jedoch folgestrombegrenzende Blitzstromableiter nach Pos. 13 von Tafel 1.

Lösung:

Aus Tafel 7:

$$P_F = 1,0 \text{ kA}^2\text{s}.$$

Nach Gl. (1):

$$P_R = 49 \text{ kA}^2\text{s} + 1,0 \text{ kA}^2\text{s} = 50 \text{ kA}^2\text{s}.$$

$$P_V > P_R \text{ nach Gl. (2) wird erfüllt durch}$$

- NH-Sicherungen 250 A und
- SHU-Schalter 80 A.

#### 4.5 Konsequenzen

Bei folgestrombegrenzenden Blitzstromableitern ist die durch den Folgestrom bewirkte spez. Energie  $P_F$  klein gegen die durch den Zweig-Stoßstrom bewirkte spez. Energie  $P_{ZZ}$ . Bei Direkteinschlägen von Blitzen mit einem  $I_G = 200 \text{ kA}$  entsprechend dem Gefährdungspegel 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 Hausanschlussicherung so groß wie möglich zu wählen.

Damit wird eine Chance geschaffen, dass wenigstens bei kleineren Zweig-Stoßströmen  $I_{ZZ}$ , die

- bei kleineren Gesamtblitzströmen  $I_G$ ,
- bei fernen Blitzeinschlägen und
- beim Auftreten von Schaltüberspannungen zu verzeichnen sind, die Abschaltung unterbleibt.

Weitere Maßnahmen zur Förderung der Versorgungszuverlässigkeit siehe [4], Abschn. 4, und [6], Abschn. 5.4.

#### 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: Überspannungsschutzrichtungen.
- [2] Raab, V.: Überspannungsschutz in Verbraucheranlagen. 2. Auflage. Berlin: Verlag Technik 2003.
- [3] Hering, E.: Blitzschutz-Potentialausgleich, Trennfunkstrecken und Blitzstromableiter. Elektropraktiker, Berlin 53(1999)2, S. 122-126.
- [4] Hering, E.: Blitzstromableiter und Überstrom-Schutzrichtungen. Elektropraktiker, Berlin 53 (1999) 7, S. 630-634.
- [5] Hering, E.: 3+1-Schaltung und N-PE-Ableiter. Elektropraktiker, Berlin 54(2000)10, S. 834-836.
- [6] Hering, E.: Modalitäten des Anschließens von Blitzstromableitern. Elektropraktiker, Berlin 58 (2004)11, S. 898-901.
- [7] Verband der Netzbetreiber (VDN) e. V. beim VDEW, Berlin (Herausgeber): Technische Richtlinie – Einsatz von Überspannungsschutzrichtungen (ÜSE) Typ 1 (bisher Anforderungsklasse B) in Hauptstromversorgungssystemen. 2. Auflage. 2004.
- [8] DIN EN 61643-11/VDE 0675 Teil 6-11:2002-12 Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen; Anforderungen und Prüfungen.
- [9] Vornorm DIN V VDE V 0185-1/VDE V 0185 Teil 1:2002-11 Blitzschutz; Teil 1: Allgemeine Grundsätze.
- [10] Kiefer, G.: VDE 0100 und die Praxis. 11. Auflage. Berlin/Offenbach: VDE-Verlag 2003.