

Überspannungs-Schutzeinrichtungen der Anforderungsklasse B

Kenngößen, Bauformen und Marktüberblick für die alltägliche Praxis

J. Freiershausen, G. Rentsch; Dresden

Im Rahmen des Beitrags wird der Blitzstromableiter aus Sicht des Anwenders kurz vorgestellt und ein Überblick über die auf dem Markt befindlichen Ableiter und ihre Kenngößen gegeben. Besonderer Wert wird dabei auf Überspannungs-Schutzeinrichtungen (ÜSE) auf Funkenstreckenbasis gelegt.

1 Notwendigkeit von ÜSE

Der stark zunehmende Einsatz von elektronischen Geräten führt zu einer höheren Empfindlichkeit der elektrischen Anlagen und Betriebsmittel gegen Überspannungen. Viele Betreiber entscheiden sich deshalb für den Einsatz von ÜSE und beauftragen Elektroinstallationsbetriebe mit der Auswahl und Installation.

Die zunehmende Nachfrage führte zu einem Entwicklungsschub insbesondere bei ÜSE der Anforderungsklasse B (Blitzstromableiter) sowie zur Herausgabe von für den Praktiker wichtigen Normen als Entwurf oder Vornorm (z. B. DIN V VDE V 0100-534).

Mit Veröffentlichung der VDEW-Richtlinie „Überspannungs-Schutzeinrichtungen der Anforderungsklasse B – Richtlinie für den Einsatz in Hauptstromversorgungssystemen“ wurden desweiteren eindeutige Regeln für deren Einsatz im Vorzählerbereich geschaffen.

2 Aufgaben und Kenngößen von ÜSE der Anforderungsklasse B

ÜSE sollen eine Sollbruchstelle in der Isolation der elektrischen Anlage bilden, die bei auftretenden Überspannungen die aktiven Leiter in den Potentialausgleich einbezieht. Blitzstromableiter müssen zusätzlich noch in der Lage sein, den Teil des Blitzstromes zu führen, der über die elektrische Anlage fließt. Daraus lassen sich folgende wichtige Kenngößen von Blitzstromableitern ableiten:

Schutzpegel U_p . Höchster Momentanwert der Spannung, die kurz vor dem Ansprechen oder während des Ansprechens über den Klemmen des Ableiters anliegt. Ange-

boten werden Blitzstromableiter mit einem Schutzpegel im Bereich von 1,5 bis 4 kV. Die Höhe der Werte macht deutlich, dass für einen umfassenden Blitz- und Überspannungsschutz ein mehrstufiges Schutzkonzept (Blitzschutzkonzept) erforderlich ist.

Blitzstromtragfähigkeit I_{IMP} . Höhe des Blitzstoßstroms, den der Ableiter ohne Beeinträchtigung tragen kann. Aufgrund des unbekannten zeitlichen Verlaufs des Blitzstroms beziehen sich die Angaben bei Ableitern nach DIN VDE 0675-6/A1 auf einen standardisierten Prüfstrom mit der Impulsform von 10/350 μ s. Charakteristische Werte sind 25 kA, 50 kA, 60 kA und 75 kA. Zu beachten ist, dass ältere Ableitertypen auch noch mit einer Blitzstromtragfähigkeit auf der Basis eines 8/80 μ s-Prüfstroms ausgewiesen sein können.

Ausschaltvermögen I_F . Effektivwert des unbeeinflussten Stroms, der bei Ableitern auf Funkenstreckenbasis nach Zündung der Funkenstrecke ohne Vorsicherung vom Ableiter gelöscht werden kann. In vielen Fällen sind dabei Werte zwischen 2,5 und 4 kA ausreichend.

Maximale Betriebsspannung U_C . Maximaler Effektivwert der Wechselspannung, die dauernd an den Klemmen anliegen darf und bei deren Erreichen sich der Ableiter sicher im isolierenden Zustand befindet.

Maximal zulässiger Nennstrom der Vorsicherung, die dem Ableiter vorgeschaltet sein darf, um den Kurzschlusschutz des Ableiters im Fehlerfall sowie die erforderliche Kurzschlussfestigkeit zu garantieren. Der Wert steht im direkten Zusammenhang mit dem Ausschaltvermögen I_F des Ableiters. **Verhalten des Ableiters im Beanspruchungsfall** in Bezug auf das Ausblasen von heißen bzw. ionisierten Gasen unter hohem Druck und damit notwendigen Anforderungen für die Unterbringung.

Die Blitzstromableiter sind so auszuwählen, dass die Kenngößen des Ableiters den Beanspruchungsgrößen am Einbauort entsprechen. Für die Vorgehensweise bei Bemessung der einzelnen Größen sei hier auf die umfangreiche Darstellung durch

E. Hering [1] in den vorangegangenen Ausgaben verwiesen. Nachfolgend werden nur einige wichtige Anmerkungen gemacht.

Sicherungen besitzen nur eine beschränkte Blitzstromtragfähigkeit. Bei Vorsicherungen mit kleineren Nennströmen (z. B. 35 A) kann es deshalb passieren, dass diese bei Blitzströmen, die der Ableiter ohne Probleme beherrscht, auslösen und teilweise sogar explodieren.

Um dies zu vermeiden, sollte die Vorsicherung im Rahmen der Herstellerangaben immer so groß wie möglich gewählt werden. Ist vor dem Ableiter bereits eine Sicherung im Strompfad enthalten (z. B. Hausanschlussicherung), deren Nennstrom kleiner oder gleich dem vom Hersteller vorgegebenen Wert ist, so sollte keine separate Vorsicherung eingebracht werden. Vielmehr empfiehlt sich der Einsatz von NH-Elementen mit Trennmessern als Trennstelle für Wartung und Überprüfung.

Desweiteren sollte das Ausschaltvermögen des Ableiters im Sinne der Verfügbarkeit der ÜSE sowie der Stromversorgung größer/gleich dem am Einbauort zu erwartenden Netzfolgestrom (Kurzschlussstrom!) sein.

3 Wirkungsweise und Bauformen von Blitzstromableitern

Wie bereits erwähnt, sollen ÜSE der Anforderungsklasse B durch Schaffung einer kurzzeitig leitenden Verbindung die aktiven Leiter in den Potentialausgleich einbeziehen und den Blitzstrom ableiten. Die derzeit auf dem Markt befindlichen Blitzstromableiter besitzen zwei unterschiedliche Wirkprinzipien.

3.1 ÜSE auf Varistorbasis

Sie verringern bei Überspannungen ihren elektrischen Widerstand sehr stark und wirken danach wieder als Isolator.

Vorteile:

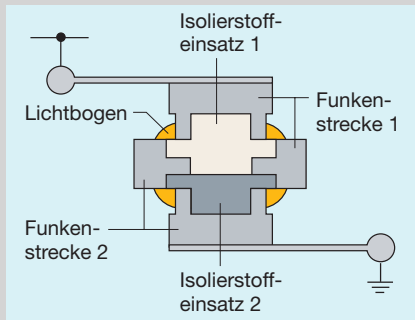
- Der Varistor begrenzt Überspannungen auf Grund seines spannungsabhängigen Widerstandes bereits sehr frühzeitig.
- Nach Abbau der Überspannung wird, infolge des sich dann sehr schnell erhöhenden Widerstandes des Varistors, das Fließen eines Netzfolgestromes verhindert.

Nachteile:

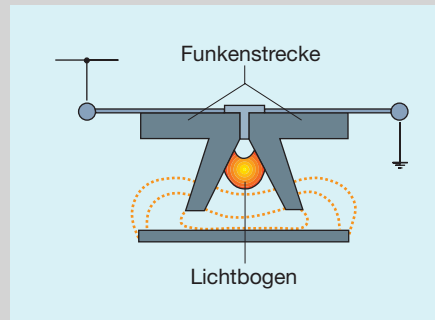
- Auf Grund des begrenzten Energieaufnahmevermögens der eingesetzten Werkstoffe besitzt der Varistor nur eine geringe Blitzstromtragfähigkeit.
- An den Klemmen des Varistors liegt während der Ableitung des Blitzstroms eine hohe Restspannung an, die ihre Ursache im Restwiderstand des Varistors hat. Bei Varistorableitern ist deshalb der Schutzpegel U_p gleich der Restspannung.
- Der Varistor unterliegt einem natür-

Autoren

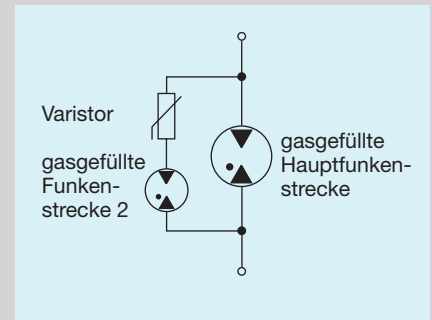
Dipl.-Ing. Jörg Freiershausen und Dipl.-Ing. Gerd Rentsch sind Mitarbeiter der Energieversorgung Sachsen Ost AG, Dresden.



1 Prinzipieller Aufbau einer Tandemleitfunkenstrecke
(Fa. Dehn + Söhne)



2 Prinzipieller Aufbau eines Ableiters nach dem Prinzip der Hörerfunkenstrecke
(Fa. Phoenix Contact)



3 Prinzipieller Aufbau von Ableitern mit Funkenstrecke und Varistor [3]
(Fa. Alarmcon Leutron)

lichen und durch elektrische Beanspruchung hervorgerufenen Alterungsprozess, der das Fließen eines Leckstroms zur Folge hat und damit einen Einsatz im Vorzählerbereich ausschließt.

Diese Nachteile haben dazu geführt, dass Blitzstromableiter auf Varistorbasis nur eine geringe Rolle auf dem Markt spielen.

3.2 ÜSE auf Funkenstreckenbasis

Sie besitzen eine weitaus größere Bedeutung als Varistoren.

Blitzstromableiter auf Funkenstreckenbasis bestehen in der Regel aus zwei Elektroden, zwischen denen sich Luft oder andere Gase als Isolator befinden. Übersteigt die anliegende Spannung die Isolationsfestigkeit des Gases, so kommt es zum Durchschlag. Über den entstehenden Lichtbogen kann der Blitzstrom abfließen. Im Anschluss daran bildet sich analog zu einem Lichtbogenkurzschluss ein von Einbauort und Netzkonstellation abhängiger Kurzschlussstrom, der entweder durch die Funkenstrecke selbst oder durch ein vorgeschaltetes Schutzorgan gelöscht werden muss.

Vorteile:

- Infolge des Wirkprinzips können Funkenstrecken hohe Blitzströme tragen.
- Durch den Aufbau der Funkenstrecke sowie dem Isoliermedium Gas oder Luft kommt es nicht zur Ausbildung von Leckströmen. Damit kann der Einsatz im Vorzählerbereich erfolgen.

Diese beiden Vorteile und die stetige Weiterentwicklung – insbesondere in Bezug auf das Ausschaltvermögen, das Blitzstromtragvermögen, das Ausblasverhalten und den Schutzpegel der Ableiter – führten zum bevorzugten Einsatz von Blitzstromableitern auf Funkenstreckenbasis in der Praxis.

Nachteile:

- Der entstehende Kurzschluss stellt einen Hauptnachteil der Funkenstrecke dar, da die vorgelagerten Teile der Anlage zusätzlich damit belastet werden.
- Außerdem sind die durch den Lichtbogen hervorgerufenen Wirkungen, wie – Druckanstieg – Ionisierung des Gases und – Brandgefahr zu beherrschen. Bei der Unterbringung

ausblasender Ableiter sind deshalb besondere Anforderungen (Herstellangaben) zu beachten.

4 Bauformen von Ableitern auf Funkenstreckenbasis

Auf dem Markt befinden sich zur Zeit drei grundsätzlich verschiedene Ausführungsformen von Funkenstrecken-Blitzstromableitern.

Tandemleitfunkenstrecken

Diese Ausführungsform (Bild 1) wurde von der Firma Dehn + Söhne entwickelt. Die zwischen den Elektroden befindlichen Isolierstoffeinsätze dienen zur Steuerung des Durchschlagprozesses und tragen durch Bildung von Löschgas unter der Einwirkung des Lichtbogens zur Löschung des Netzfolgestroms bei.

Erhältlich sind derartige Funkenstrecken mit einer Blitzstromtragfähigkeit von bis zu 100 kA (10/350 μ s), einem Schutzpegel von 4 kV sowie einem Ausschaltvermögen von 4 kA. Angeboten werden diese Ableiter in einpoliger Ausführung in einem Gehäuse mit einer Breite von zwei Teilungseinheiten (TE) durch die Firmen Dehn + Söhne sowie Siemens und Citel Electronics.

Desweiteren bietet Dehn + Söhne einen ein- oder dreipoligen Blitzstromableiter (2 bzw. 4 TE) mit gekapselter Funkenstrecke an, der nicht ausbläst. Im Unterschied zu den ausblasenden Ableitern besitzt er einen niedrigeren Schutzpegel von 3,5 kV, eine geringere Blitzstromtragfähigkeit pro Pol ($I_{IMP} = 25$ kA) sowie ein geringeres Ausschaltvermögen von 1,5 kA. Erhältlich sind diese auch bei den Firmen AEG-Niederspannungstechnik und Siemens sowie in Form mehrerer praktischer Einbausätze bei den Firmen Hager, ABN und Geyer. Ergänzt wird das Programm bei der Firma Dehn+Söhne durch einen Ableiter, der in Anlagen mit Netzfolgeströmen von bis zu $i_F = 50$ kA diese stark begrenzen und abschalten kann.

Hörerfunkenstrecke

Diese Ausführungsform stammt von der Firma Phoenix Contact. Wie im Bild 2 ge-

zeigt, wandert der Lichtbogen nach dem Durchschlag aus der Funkenstrecke heraus, verlängert und teilt sich in Teillichtbögen und verlischt schließlich. Angeboten wird diese Ausführungsform mit einer Blitzstromtragfähigkeit von 25 kA (1 TE) bzw. 60 kA (2 TE) als ausblasende Ableiter. Das Ausschaltvermögen beträgt 2,5 kA bzw. 3,5 kA und der Schutzpegel 4 kV. Baugleich angeboten werden derartige ausblasende Ableiter von den Firmen Felten & Guilleaume, Kleinhuis und OBO Bettermann. Für Fälle mit besonders hohen Netzfolgeströmen ist auch bei Phoenix Contact ein Ableiter erhältlich, der auf Grund seiner sehr starken Begrenzung des Folgestroms – durch Löschbleche analog zum Leistungsschalter – bis zu 50 kA I_F (!) selbständig löschen kann.

P-PM-Funkenstrecke

Die Firma J. Pröbster GmbH vertreibt eine weitere Bauform einer gekapselten Funkenstrecke mit einer Blitzstromtragfähigkeit von 35 kA und einem Schutzpegel von 4 kV in einem Gehäuse mit nur einer TE pro Pol, Ausschaltvermögen 1,5 kA.

5 Ableiter mit Varistoren und Funkenstrecken

Neben den Ableitern auf Funkenstrecken- oder Varistorbasis und deren verschiedenen Ausführungsformen sind noch Ableiter mit Varistor und parallel geschalteter Funkenstrecke auf dem Markt.

Der Vorteil derartiger Blitzstromableiter besteht darin, dass bei geringen Blitzstoßströmen (indirekter Blitzschlag) der Varistor die Ableitung übernimmt ohne Netzfolgeströme zu verursachen. Ihr Einsatz im Vorzählerbereich ist aber auf Grund der Leckströme des Varistors nicht gestattet. Angeboten werden sie durch die Firmen Dehn + Söhne sowie baugleich durch AEG-Niederspannungstechnik und Citel Electronics.

Eine Sonderform dieser Bauart stellt der Blitzstromableiter der Firma Alarmcon Leutron GmbH dar. Er besteht aus der Parallelschaltung einer gasgefüllten Funkenstrecke sowie eines Zweiges mit gasge-

Tafel 1 Marktübersicht über Blitzstromableiter (kein Anspruch auf Vollständigkeit)

Anbieter	Typbezeichnung	Polzahl	U_c [V]	U_p [kV]	I_{IMP} [kA]	$I_{F, eff.}$ [kA]	Max. Vor- sicherung [A]	Aus- blasend	Einsatz vor dem Zähler?
AEG NS-Technik	VBA	1	255	< 4	25	1,5	100	Nein	Ja
AEG NS-Technik	VBAB	3	255	< 4	25/75	1,5	100	Nein	Ja
AEG NS-Technik	HLÜA 280/V	3	280	< 4 ¹⁾	100 ²⁾	1,5	100	Ja	Nein
Alarmcom Leutron GmbH	IsoPro 230/400Tr/25 kA	1	255	< 4	25	– ³⁾	160	Nein	Ja ⁵⁾
Alarmcom Leutron GmbH	IsoPro 230/400Tr/60 kA	1	255	< 4	60	– ³⁾	160	Nein	Ja ⁵⁾
Alarmcom Leutron GmbH	IsoPro 230/400Tr/25 kA-F	1	255	< 2,5	25	– ³⁾	160	Nein	Ja ⁵⁾
Alarmcom Leutron GmbH	IsoPro 230/400Tr/60 kA-F	1	255	< 2,5	60	– ³⁾	160	Nein	Ja ⁵⁾
Alarmcom Leutron GmbH	IsoPro 220/380Tr	4	280	< 4	100 ²⁾	k. A.	100	Nein	Nein
Citel Electronics	D100B	1	255	< 4	75	4	250	Ja	Ja
Citel Electronics	D 100SG	1	255	< 4	35	1,5	100	Nein	Ja
Citel Electronics	D75B	3	255	< 4	25/75	1,5	100	Nein	Ja
Citel Electronics	DS104R (FS)	4	275	< 2	25	– ⁴⁾	100	Nein	Nein
Citel Electronics	DS 150E	1	275	< 2	30	– ⁴⁾	100	Nein	Nein
Dehn + Söhne	DEHNventil VGA 280	4	280	< 4	100 ²⁾	1,5	100	Ja	Nein
Dehn + Söhne	DEHNport	1	255	< 3,5	75	4	250	Ja	Ja
Dehn + Söhne	DEHNport	1	440	< 3,5	75	0,75	63	Ja	Ja
Dehn + Söhne	DEHNport maxi	1	255	< 4	50	50	250	Ja	Ja
Dehn + Söhne	DEHNBloc/1	1	255	< 4	25	1,5	100	Nein	Ja
Dehn + Söhne	DEHNBloc/3	3	255	< 4	25/75	1,5	100	Nein	Ja
Dehn + Söhne	DEHNport NH	1	255	< 4	25	1,5	100	Nein	Ja
Felten & Guilleaume	VFB-1	1	440	< 4	25	2,5	125	Ja	Ja
Felten & Guilleaume	VFB-2	1	400	< 4	60	3,5	250	Ja	Ja
Hager	SP120	1	255	< 4	25	1,5	100	Nein	Ja
Hager	SP320	3	255	< 4	25/75	1,5	100	Nein	Ja
J.Pröbster GmbH	P-BM 230	1	255	< 4	35	1,5	100	Nein	Ja
J.Pröbster GmbH	P-BM	3	255	< 4	35/100	1,5	100	Nein	Ja
Kleinhuis	1440/60	1	400	< 4	60	3,5	250	Ja	Ja
Kleinhuis	1440(F)	4	275	< 2 ¹⁾	25	– ⁴⁾	160	Nein	Nein
Kleinhuis	1443(F)	3	275	< 2 ¹⁾	20	– ⁴⁾	160	Nein	Nein
OBO-Bettermann	LA25-B	1	400	< 4	25	2,5	125	Ja	Ja
OBO-Bettermann	LA60-B	1	400	< 4	60	3,5	250	Ja	Ja
OBO-Bettermann	V25-B/3(/FS-SÜ; /AS)	3	275	< 2 ¹⁾	20	– ⁴⁾	160	Nein	Nein
OBO-Bettermann	V25-B/4(/FS-SÜ; /AS)	4	275	< 2 ¹⁾	25	– ⁴⁾	160	Nein	Nein
Phoenix Contact	FLT-PLUS	1	440	< 4	50	25	250	Ja	Ja
Phoenix Contact	FLT-PLUS CTRL 1.5	1	440	< 1,5	50	50	250	Ja	Ja
Phoenix Contact	FLT-PLUS CTRL 2.5	1	440	< 2,5	50	50	250	Ja	Ja
Phoenix Contact	FLT25-400	1	440	< 4	25	3,5	125	Ja	Ja
Phoenix Contact	FLT60-400	1	440	< 4	60	3,5	250	Ja	Ja
Siemens	5SD7050	1	255	< 3,5	75	4	250	Ja	Ja

- 1) Die angegebenen Werte der Schutzpegel für diese ÜSE (Ableiter mit Varistoren) sind nur bedingt anwendbar, da sie noch mit einem Nennableitstrom i_{SN} der Impulsform 8/80 μ s (nach DIN VDE 0675-A1 8/20 μ s) ermittelt wurden.
- 2) Die Blitzstromtragfähigkeit dieser Ableiter wurde mit einem Prüfstrom der Impulsform 8/80 μ s ermittelt und sind nicht mit 10/350 μ s-Werten vergleichbar.
- 3) Diese Ableiter können bei Blitzströmen größer 4000 A (Ansprechen der Hauptfunkenstrecke) den entstehenden Netzfolgestrom nicht selber löschen und benötigen deshalb die Vorsicherung als Abschaltetelement.
- 4) Es werden keine Werte für I_F benötigt, da es sich um Varistorenableiter handelt, die keine Netzfolgestrome verursachen.
- 5) Der Einsatz ist nach der VDEW-Richtlinie und DIN V VDE V 0100-534 nur zulässig, wenn die Ableiter in allen Punkten der Produktnorm E DIN VDE 0675-6 sowie deren Änderungen A1 und A2 entsprechen!

füllter Funkenstrecke in Reihe geschaltet mit einem Varistor (Bild 3). Grundlage ist wiederum die Arbeitsteilung zwischen der Hauptfunkenstrecke, zur Ableitung großer Blitzströme, sowie dem Parallelzweig mit Varistor und kleiner Funkenstrecke für die restlichen Fälle.

Vorteile:

- Nicht ausblasender Ableiter.
- Bei kleineren Blitzströmen werden keine Netzfolgestrome verursacht.

Nachteil:

- Beim Ansprechen der Hauptfunkenstrecken infolge großer Blitzströme muss der Netzfolgestrom durch eine Vorsicherung gelöscht werden, da die Hauptfunkenstrecke praktisch kein Ausschaltvermögen besitzt.

Bei Einsatz derartiger Ableiter ist besonders darauf zu achten, dass diese – wie in DIN V VDE V 0100-534 gefordert – in allen Punkten der Produktnorm E DIN

VDE 0675-6 und deren Änderungen A1 und A2 entsprechen müssen.

6 Bedeutung der VDEW-Richtlinie

Die VDEW-Richtlinie [10] legt Anforderungen fest, die als Voraussetzung für den Einsatz der Blitzstromableiter im Vorzählerbereich in Summe erfüllt sein müssen! Dies umfasst insbesondere:

- komplette Umsetzung des Blitzschutz-zonenkonzepts nach E DIN VDE 0185-103
- Auswahl der Kenngrößen des Blitzstromableiters nach DIN V VDE V 0100-534
- ausschließlicher Einsatz von Funkenstrecken-Ableitern
- Unterbringung in geeigneten Gehäusen
- regelmäßige Überprüfung der Ableiter.

aufgeführt sind, können ebenfalls eingesetzt werden, wenn sie den entsprechenden Anforderungen genügen. Hingewiesen werden muss darauf, dass die in der Tafel enthaltenen Größen auf den Angaben der Hersteller beruhen und ohne Gewähr auf Richtigkeit hier angeführt werden.

Beim Vergleich der Ableiter selbst sind die Fußnoten zu beachten.

Literatur

- [1] *Hering, E.*: Beitragsserie über den Überspannungs-Grobschutz, *Elektropraktiker*, Berlin 53(1999)2, S. 122-126; 3, S. 217-218; 4, S. 302-305; 7, S. 630-634; 8, S. 706-708.
- [2] *Raab, V.*: Überspannungsschutz in Verbraucheranlagen: Auswahl, Errichtung, Prüfung. Berlin: Verlag Technik GmbH 1998.
- [3] *Angel Alvarez, F.*: Selektiver Blitzstromableiter. Sonderdruck aus Bulletin SEV/VSE 23/1998, S. 31-35.
- [4] *Freiershausen, J.; Wolff, G.*: Überspannungsschutzeinrichtungen in Hauptstromversorgungssystemen. EVU Betriebspraxis (1999) 7-8, S. 32-35.
- [5] DIN V VDE 0100-534 Elektrische Anlagen von Gebäuden; Auswahl und Errichtung von Betriebsmitteln; Schalt und Steuergeräte; Überspannungs-Schutzeinrichtungen.
- [6] DIN VDE 0185-103 Schutz gegen elektromagnetischen Blitzimpuls; Teil 1: Allgemeine Grundsätze.
- [7] DIN V EN V 61024 Blitzschutz baulicher Anlagen; Teil 1: Allgemeine Grundsätze.
- [8] E DIN VDE 0675-6 Überspannungsableiter zur Verwendung in Wechselstromnetzen mit Nennspannungen zwischen 100 V und 1000 V. Entwurf November 1989.
- [9] E DIN VDE 0675-6/A1 Überspannungsableiter zur Verwendung in Wechselstromnetzen mit Nennspannungen zwischen 100 V und 1000 V. Änderung A2 zum Entwurf März 1996.
- [10] Überspannungs-Schutzeinrichtungen der Anforderungsklasse B – Richtlinie für den Einsatz in Hauptstromversorgungssystemen. Verlags- und Wirtschaftsgesellschaft der Elektrizitätswerke m.b.H – VWEW. Frankfurt/M. 1998.

7 Marktüberblick

In Tafel 1 sind die bereits benannten Ableiter sowie weitere auf dem Markt befindliche Blitzstromableiter (außer N-PE Funkenstrecken) zusammengestellt und auf ihre Einsetzbarkeit im Vorzählerbereich geprüft. Dem Praktiker soll sie bei der Auswahl behilflich sein. Blitzstromableiter, die nicht in der Tafel