Trennfunkenstrecken für den Blitzschutz-Potentialausgleich

E. Hering, Dresden

Der Beitrag bietet eine Übersicht über die verfügbaren Trennfunkenstrecken für den Blitzschutz-Potentialausgleich und Überspannungs-Grobschutz in und an Gebäuden. Ferner werden die Aufgaben, die Ausführungen und die für die Auswahl wichtigen Kenngrößen erläutert.

1 Aufgaben

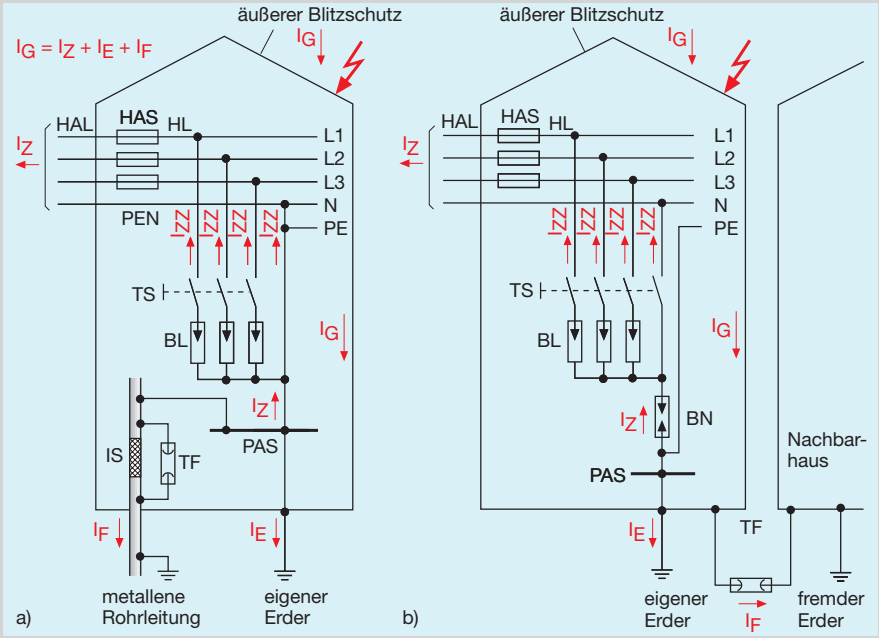
Trennfunkenstrecken sind dazu bestimmt,
- Erder,
- sonstige Leiter mit Erderwirkung (so genannte „natürliche Erder", z. B. erdverlegte metallene Rohrleitungen, Schirme erdverlegter Informationskabel) sowie
- geerdete Leiter (z. B. Erdungsleiter, Schutzleiter, Potentialausgleichsleiter, Ableitungen von Blitzschutzanlagen),

die nicht dauernd zusammengeschlossen sein dürfen, voneinander zu trennen, jedoch beim Auftreten von hohen Stoßspannungen (z. B. infolge von Blitzeinschlägen) kurzzeitig miteinander zu verbinden. Dazu werden sie in die Potentialausgleichsleiter zwischen den genannten Leitern eingefügt. Das Trennen kann vor allem aus folgenden Gründen erforderlich sein:
- Vermeiden der elektrochemischen Korrosion, die beim Zusammenschluss von Erdern und erdverlegten metallenen Anlagen mit unterschiedlichen Ruhepotentialen[1] durch die Bildung eines Korrosionselements[2] bewirkt würde [1][2][3]. Zu diesem Zweck werden übrigens in die metallenen Hausanschlussrohre für Gas und Wasser Isolierstücke eingesetzt, die auch mit den Absperreinrichtungen kombiniert sein können.
- Sperrung des Gleichstroms zwischen den Abschnitten einer erdverlegten metallenen Rohrleitung bei der Anwendung des katodischen Korrosionsschutzes. Die Abschnitte werden dafür voneinander isoliert.
- Herabsetzung der Beeinflussung einer Anlage durch eine andere, z. B. einer Informationsanlage durch eine Starkstromanlage. Zu diesem Zweck wird bei Bedarf außer dem regulären Gebäudeerder (für Elektro- und Blitzschutz) ein Funktionserder hergestellt.
- Vermeidung der Verschleppung von Fehlerspannungen, insbesondere beim TT-System ([4], Abschnitt 4.4).
- Maßnahme, die das Auftrennen von Verbindungen zu Mess- und Prüfzwecken erspart.

Das kurzzeitige Verbinden beim Auftreten hoher Stoßspannungen dient dem Blitzschutz-Potentialausgleich und Überspannungs-Grobschutz und damit der Verhütung schwerer Überspannungsschäden (z. B. Personenschäden, Brände, Explosionen, Zerstörungen von Anlagen und Geräten). Außer dem bereits erwähnten Einfügen in die Verbindungen sind mitunter noch folgende Maßnahmen erforderlich:
- Überbrücken einer unvermeidlichen Näherung mit unzulässig kleinem Abstand innerhalb eines Gebäudes über eine Trennfunkenstrecke, sofern keine direkte Verbindung hergestellt werden darf ([5], Abschnitte 6.2 und 6.2.1.3).
- Überbrücken der oben genannten Isolierstücke der metallenen Rohrleitungen mit Trennfunkenstrecken zwecks Ausnutzung der Erderwirkung dieser Rohrleitungen für den Blitzschutz (insbesondere mit dem Ziel der Reduzierung des über den Starkstrom-Hausanschluss fließenden Zweig-Stoßstroms bei

[1] Ruhepotential ist das Elektrodenpotential bei Nichteinwirkung von Strömen. In der Korrosionsschutztechnik wird es meist gegen eine auf die Geländeoberfläche gesetzte Kupfer/Kupfersulfat-Elektrode (unpolarisierbare Bezugselektrode) gemessen [1]. Seine Größen sind z. B. aus [1] bis [3] ersichtlich. Die Elektroden (hier Erder und erdverlegte metallene Anlagen) bilden zusammen mit dem oder den Elektrolyten (hier Erdstoff und evtl. zusätzlich Beton) wegen des Unterschieds der Ruhepotentiale ein elektrochemisches Element.

[2] Durch den Zusammenschluss der Elektroden (hier Erder und erdverlegte metallene Anlagen), der das Schließen des Stromkreises des elektrochemischen Elementes bedeutet, entsteht ein Korrosionselement, das die elektrochemische Korrosion der Elektrode mit dem negativeren Ruhepotential („unedlere Elektrode") bewirkt.



❶ Verzweigung des Blitzstoßstroms beim Direkteinschlag in den äußeren Blitzschutz
a) Haus mit Hauptleitung im TN-C-System und mit metallenem Hausanschlussrohr für Gas oder Wasser
b) Haus mit Starkstromanlage im TT-System und mit Verbindung zum Erder des Nachbarhauses
BL L-Blitzstromableiter; BN N-PE-Blitzstromableiter; HAL Hausanschlussleitung; HAS Hausanschlusssicherung; HL Hauptleitung; IS Isolierstück; PAS Potentialausgleichsschiene; TF Trennfunkenstrecke; TS Trennschalter für Messzwecke
I_G gesamter Blitzstoßstrom; I_E zum eigenen Erder fließender Zweig-Stoßstrom; I_F über die Trennfunkenstrecke zu einem fremden Erder fließender Zweig-Stoßstrom; I_Z über die Hausanschlussleitung zu fernen Erdern fließender Zweig-Stoßstrom
Die Richtung der Strompfeile entspricht der Fortpflanzungsrichtung der Stoßströme und Stoßspannungen.

Autor

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

direkten Blitzeinschlägen, siehe [4], Abschn. 4.4) und zur Verhütung gefährlicher Überschläge. Ein Beispiel zeigt das Bild ❶ a).

- Verbinden des Erders mit den Erdern der eng benachbarten Gebäude über Trennfunkenstrecken, insbesondere beim TT-System, zwecks Ausnutzung aller Erder für den Blitzschutz (aus dem bereits im vorhergehenden Punkt genannten Grund) und für die Verhütung gefährlicher Überschläge. Das Bild ❶ b) deutet diese Maßnahme an.

Die Ausdrücke „Blitzschutz-Potentialausgleich“ und „Überspannungs-Grobschutz“ haben annähernd gleiche Bedeutung; sie bezeichnen ein und dieselbe Maßnahme. Sie sind aus unterschiedlichen Betrachtungsweisen entstanden, die jedoch durchaus miteinander im Einklang stehen.

Der Blitzschutz-Potentialausgleich ist ein Teil des inneren Blitzschutzes und damit ein Teil der Ergänzung der äußeren Blitzschutzanlage, die aus der Fangeinrichtung (Gesamtheit der Fangleitungen), der Ableitungseinrichtung (Gesamtheit der Ableitungen) und dem Erder besteht. Die Benutzung dieses Ausdrucks ist darum streng genommen an das Vorhandensein einer äußeren Blitzschutzanlage gebunden.

Der Überspannungs-Grobschutz ist das erste Glied einer Kette von Überspannungs-Schutzmaßnahmen; er steht sozusagen „in vorderster Front“. Zum vollständigen Überspannungsschutz gehören als weitere Glieder der genannten Kette auch der Mittel- und der Feinschutz. Bei geringen Ansprüchen an den Überspannungsschutz kann es aber u. U. ausreichen, dass der Grobschutz für sich allein angewendet wird.

In den Blitzschutz-Potentialausgleich und Überspannungs-Grobschutz müssen auch die Spannung und Strom führenden Leiter der Starkstrom- und Informationsanlagen einbezogen werden. Das ist jedoch nicht Gegenstand dieses Beitrags, weil Trennfunkenstrecken dafür nicht geeignet sind.

2 Ausführungen und Wirkungsweise

Trennfunkenstrecken sind wasserdichte, geschlossene Geräte. Im Allgemeinen werden sie spindelförmig ausgeführt und können ohne Gehäuse verwendet werden. Abweichend davon sind die Erzeugnisse der Firma Leutron, deren Typenbezeichnung mit „-Tr” endet, Modulargeräte für die Montage auf Hutschiene. Explosionsgeschützte Geräte haben durchweg Spindelform und werden vor allem zum Überbrücken der Isolierstücke von Gasrohren in Gasreglerstationen und anderen Anlagen der Gasversorgung verwendet.

Trennfunkenstrecken enthalten, wie schon ihr Name andeutet, eine Funkenstrecke. Diese wird vom isolierenden in den stromdurchlässigen Zustand überführt, wenn durch eine Stoßspannung ein Lichtbogen gezündet wird. Nach dem Wegfall der Stoßspannung muss durch das Löschen des Lichtbogens der isolierende Zustand wieder eintreten.

Die Ansprechblitzstoßspannung und die Ansprechwechselspannung sind vom Elektrodenabstand der Funkenstrecke abhängig. Einige Hersteller, z. B. die Firmen Leutron und OBO Bettermann, können bei Abnahme einer größeren Stückzahl diesbezügliche Kundenwünsche durch Variieren des Elektrodenabstands in der Produktion erfüllen.

3 Erforderliche Kenngrößen

3.1 Blitzstoßstrom-Tragfähigkeit

Der Bemessung muss die höchste zu erwartende Beanspruchung zu Grunde gelegt werden. Diese tritt beim direkten Blitzeinschlag nach Bild ❶ auf. Der gesamte Blitzstoßstrom (Scheitelwert) I_G (10/350 µs) kann

- 200 kA bei der Blitz-Schutzklasse I,
- 150 kA bei der Schutzklasse II und
- 100 kA bei den Schutzklassen III und IV

betragen ([6], Abschn. 1.5 und Tabelle 2; [7], Abschn. 2.2 und Bild 1). Die für ein Gebäude maßgebende Blitz-Schutzklasse wird auf der Basis einer Risikoabschätzung unter Berücksichtigung der Bedrohungsgrößen (z. B. örtliches Blitzgeschehen, Lage und Abmessungen des Gebäudes) und der Schutzbedürftigkeit (z. B. Empfindlichkeit, Wert und Bedeutung der Anlagen und Geräte) ermittelt ([6], Abschn. 1.4, Anhang F und Nationaler Anhang NB). Unabhängig davon erscheint es aber ratsam, für die Auswahl der Trennfunkenstrecken immer von der Schutzklasse I auszugehen, denn ein Blitz mit dementsprechend hohem Stoßstrom kann auch in ein niedriger eingestuftes Gebäude einschlagen. Selbst dabei sollen die Trennfunkenstrecken intakt bleiben, denn die fehlerhafte Stromdurchgängigkeit, die durch das Verschweißen der Elektroden infolge Überbeanspruchung eintreten kann, macht sich nicht deutlich bemerkbar, sondern lässt sich im Allgemeinen nur durch eine Prüfung feststellen.

Eine Trennfunkenstrecke wird immer nur von einem Zweig-Stoßstrom, also von einem Teil des gesamten Blitzstoßstroms I_G durchflossen. In den Beispielen des Bildes ❶ ist das der Zweig-Stoßstrom I_F. Die Aufteilung des gesamten Blitzstoßstroms I_G richtet sich nach der Anzahl der beteiligten Erder ([4], Abschn. 4.4). Aber auch deren Eigenschaften und vor allem deren Entfernungen spielen eine Rolle.

Die Aufteilung kann grob näherungsweise ermittelt werden ([6], Abschn. 3.1.3, Anh. C und nationales Vorwort zu Anh. C). Diese Regel ist jedoch nicht sehr anwenderfreundlich und hilfreich. Im Allgemeinen kann für die Beispiele des Bildes ❶ etwa folgende Aufteilung des Gesamt-Blitzstroms I_G angenommen werden:

$$I_Z = 0{,}3 \cdot I_G \quad (1)$$

$$I_E = 0{,}4 \cdot I_G \quad (2)$$

$$I_F = 0{,}3 \cdot I_G \quad (3)$$

Bei Zugrundelegung der Schutzklasse I ergibt sich daraus für den durch die Trennfunkenstrecke fließenden Zweig-Stoßstrom (10/350 µs):

$I_F = 0{,}3 \cdot I_G = 0{,}3 \cdot 200\ \text{kA} = 60\ \text{kA}$.

Werden zwischen benachbarten Erdern zwei parallele Verbindungen mit je einer Trennfunkenstrecke hergestellt, so kann unter Berücksichtigung einer ungleichmäßigen Aufteilung angenommen werden, dass der größte der beiden Zweig-Stoßströme maximal 40 kA beträgt. Voraussetzung dafür ist allerdings die Anordnung der beiden Verbindungen mit großem Abstand, z. B. an zwei Gebäudeecken, damit beide Trennfunkenstrecken zünden können.

Trennfunkenstrecken müssen für die Wellenform (10/350 µs) ausgelegt sein. Die für sie z. Z. noch geltende Norm DIN 48 810 [8] stellt unzureichende Anforderungen an die Blitzstoßstrom-Tragfähigkeit, insbesondere hinsichtlich der Wellenform. Sie ist darum dringend überholungsbedürftig und kann hier nicht als Richtlinie dienen.

3.2 Ansprechblitzstoßspannung

Damit die Trennfunkenstrecken keiner zu starken Abnutzung ausgesetzt werden, sollen sie nur bei hohen Stoßspannungen ansprechen, wie sie bei direkten und nahen Blitzeinschlägen auftreten. Darum ist es ratsam, für normale Anwendungsfälle die Ansprechblitzstoßspannung (Scheitelwert) U_{AS} nicht kleiner als 2 kV zu wählen. Bei Trennfunkenstrecken zum Überbrücken der Isolierstrecken zwischen zwei erdverlegten Abschnitten metallener Rohrleitungen, z.B. Ferngasleitungen, können ausnahmsweise auch kleinere Ansprechblitzstoßspannungen zweckmäßig sein.

Die Firma OBO Bettermann vertritt unter Berufung auf die AfK-Empfehlung Nr. 5 die Meinung, dass die Ansprechblitzstoßspannung (Scheitelwert) der Trennfunkenstrecke unter der Hälfte der Überschlags-Wechselspannung (Effektivwert) eines überbrückten Isolierstücks liegen soll. Damit wird der Überschlag am Isolierstück vermieden. Anders ausgedrückt soll die Überschlags-Wechselspannung des Isolierstücks über dem Doppelten der Ansprechblitzstoßspannung der Trennfunkenstrecke liegen, also z. B. über 4 kV bei einer Ansprechblitzstoßspannung von 2 kV betragen. Die Anschlussleitungen zum Überbrücken des Isolierstückes müssen sehr kurz gehalten werden, damit die Schutzwirkung nicht beeinträchtigt wird.

3.3 Ansprechwechselspannung

Trennfunkenstrecken sollen nur durch Blitzstoßspannungen zünden, nicht durch Wechselspannungen, wie sie z. B. als Fehlerspannungen der Starkstromanlagen auftreten können. Darum sollte die untere Toleranzgrenze der Ansprechwechselspannung (Effektivwert) U_{AW} nicht unter

- 0,15 kV beim TN-System und
- 0,3 kV beim TT-System

liegen. Bei Trennfunkenstrecken zum Überbrücken von Isolierstücken zwischen zwei erdverlegten Abschnitten metallener Rohrleitungen, z. B. Ferngasleitungen, können u. U. kleinere Ansprechwechselspannungen ausreichen.

4 Verfügbare Geräte

4.1 Trennfunkenstrecken

Eine Übersicht über die verfügbaren Erzeugnisse gibt die Tafel ❶. Im Hinblick auf die Verwendung für den Überspannungs-

Tafel ❶ Trennfunkenstrecken für den Überspannungsgrobschutz in und an Gebäuden (Ohne Gewähr)

Firma, Typ	Blitzstoßstrom (10/350) I_{imp} in kA	Ansprechblitzstoßspannung U_{AS} in kV	Ansprechwechselspannung U_{AW} in kV	Anschlüsse
Einfache				
Dehn, TFS a)	100	≤ 4	≤ 2,5	c)
Leutron, TS 500 (für innen)	75	≤ 1,3	0,35 ±15 %	e)
Leutron, TA 500 C (für außen)	75	≤ 1,3	0,35 ±15 %	g)
Leutron, TS 500-Tr (Modulargerät) b)	75	≤ 1,3	0,35 ±15 %	h)
Leutron, TS 800 (für innen)	75	≤ 1,5	0,57 ±20 %	e)
Leutron, TA 800 C (für außen)	75	≤ 1,5	0,57 ±20 %	g)
Leutron, TS 800-Tr (Modulargerät) b)	75	≤ 1,5	0,57 ±20 %	h)
Explosionsgeschützte				
Kleinhuis, 1338	100	2,0	1,0	d)
OBO, 480	100	2,0	1,0	i)
Leutron, TC 100 A	75	0,65	0,07 ±20 %	f)

a) Restbestände der früheren Ausführung können noch die bisher kleinere Blitzstrom-Tragfähigkeit von 50 kA (10/350) haben.
b) Für Montage auf Hutschiene
c) Beiderseits Bolzen ∅ 10 mm
d) Beiderseits Bolzen M12
e) Beiderseits Bolzen M8
f) Auf einer Seite Bolzen M10, auf der anderen Mutter M10
g) Auf einer Seite Bolzen M8, auf der anderen Mutter M8
h) Bis 50 mm², mehrdrähtig
i) Auf einer Seite Lasche mit Schraube und Mutter M10, auf der anderen flexible Anschlussleitung NSLFF 25 mm², wahlweise 180 mm, 250 mm oder 350 mm lang, mit Schraube und Mutter M10

Alle Geräte sind geschlossen.

Tafel ❷ Geschlossene (nicht ausblasende) N-PE-Blitzstromableiter (Ohne Gewähr)

Position	Firma, Typ	Blitzstoßstrom (10/350) I_{imp} in kA	Max. Ansprechblitzstoßspannung U_P in kV	Folgestromlöschvermögen I_f in kA r)	Max. Anschlussleiterquerschnitt in mm² s)	Breite in TE, je 17,5 mm
1	Pröpster, P-N/PE	100	4	0,1	50	1
2	OBO, MC 125 B-NPE	125	2,5	0,1	2 x 35	2
3	Dehn, DEHNgap B/n ABB, Limitor GN-B AEG, VBANPE Hager, SP 150 Siemens, 5SD7 060	100	4	0,1	50	2
4	D., DEHNgap B/NH/n	50	4	0,1	t)	t)
5	Phoenix, FLT 100-260 Moeller VFB-100/260	100	4	0,35	50	2

r) Effektivwert bei 230 V
s) mehrdrähtig
t) für NH-Unterteil

Tafel ❸ Vollständige Namen und Firmensitze

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

Grobschutz wurden nur solche Trennfunkenstrecken in die Tafel aufgenommen, für die ihr Hersteller den Blitzstoßstrom mit der Welle (10/350 µs) angeben konnte. Ferner wurden Geräte mit sehr kleinen Ansprechblitzstoßspannungen und Ansprechwechselspannungen nicht berücksichtigt.

4.2 N-PE-Blitzstromableiter

Die N-PE-Blitzstromableiter sind eigentlich für die Anordnung zwischen dem Neutralleiter (N) und dem Schutzleiter (PE) entwickelt worden, also „zu höherem bestimmt“ ([9], Abschnitte 1 und 2). Sie können aber auch anstelle der Trennfunkenstrecken verwendet werden. Das kann durch ihre elektrischen Daten begründet sein. Voraussetzung ist, dass an ihrer Einbaustelle ein dafür geeignetes Gehäuse angeordnet werden kann. Die verfügbaren Geräte sind, beschränkt auf geschlossene (nicht ausblasende) Ausführungen, in Tafel ❷ zusammengestellt. Typen mit gemeinsamer Positionsnummer sind bau- und datengleich.

Alle haben eine Bemessungsspannung (Effektivwert) U_C von 255 oder 260 V. Ihre Ansprechwechselspannung (Effektivwert) wird darum nicht unter 0,3 kV liegen.

4.3 Hinweise zu den Tafeln

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

Die vollständigen Namen und Sitze der Firmen enthält die Tafel ❸.

Die Tafeln ❶ und ❷ entsprechen dem Stand vom April 2001. Es können jederzeit Verbesserungen der Kenngrößen eintreten, zusätzliche Ausführungen erscheinen und/oder Lieferprogramme geändert werden.

Literatur

[1] *Hering, E:* Fundamenterder. Berlin: Verlag Technik 1996.

[2] *Hering, E:* Zusammenschluß erdgebetteter metallener Anlagen mit Fundamenterdern. Elektropraktiker, Berlin 51(1997)1, S 38-41.

[3] *Kiefer, G:* VDE 0100 und die Praxis. 9. Auflage. Berlin/Offenbach: VDE-Verlag 1999.

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

[5] DIN 57185 Teil 1/**VDE 0185 Teil 1:1982-11** Blitzschutzanlage; Allgemeines für das Errichten.

[6] **Vornorm** DIN V ENV 61024-1/**VDE V 0185 Teil 100:1996-08** Blitzschutz baulicher Anlagen; Teil 1: Allgemeine Grundsätze (IEC 1024-1: 1990, modifiziert).

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

[8] **DIN 48 810:1986-08** Blitzschutzanlage; Verbindungsbauteile und Trennfunkenstrecke; Anforderungen, Prüfungen.

[9] *Hering, E.:* Verfügbare Blitzstromableiter für Hauptstromversorgungssysteme. Elektropraktiker, Berlin 55(2001)2, S. 140-143. ■