

Blitzstromableitvorrichtung

5 Die Erfindung betrifft eine
Blitzstromableitvorrichtung, bestehend aus einer
Fangeinrichtung, die über einen elektrischen Leiter
mit einer Erdungsanlage verbunden ist, wobei der
elektrische Leiter von einer Isolierung umgeben ist,
10 wobei die Isolierung von einer in Leiterlängsrichtung
durchgehenden Schicht aus einem schwach leitenden
Material umgeben ist, das vorzugsweise ein nicht-
lineares elektrisches Verhalten aufweist, wobei am
der Fangeinrichtung zugewandten Endbereich der
15 Schicht ein Anschlusssteil aus elektrisch leitendem
Material, insbesondere Metall, angeordnet ist,
mittels dessen die Fangeinrichtung und/oder der
elektrische Leiter mit der Schicht verbunden ist, und
wobei am der Erdungsanlage zugewandten Endbereich der
20 Schicht ein Anschlusssteil aus elektrisch leitendem
Material, insbesondere Metall, angeordnet ist,
mittels dessen der elektrische Leiter und/oder die
Erdungsanlage mit der die Isolierung umgebenden
Schicht verbunden ist.

25 Eine derartige Vorrichtung ist aus der EP 1 760 855
B1 bekannt.

30 Insbesondere betrifft die Erfindung Möglichkeiten der
Zustandsbestimmung der Isolierung und der äußeren
Schicht aus schwachleitendem Material einer
isolierten Ableitung eines äußeren
Blitzschutzsystems.

Die Isolation oder auch die äußere Leitschicht kann durch fehlerhaften Transport, falsche Lagerung oder nicht fachgerechte Montage sowie durch einen elektrischen Durchschlag während eines

5 Blitzeinschlags beschädigt werden. Daher ist man bestrebt, diese Beschädigungen bei der regelmäßig stattfindenden Überprüfung eines äußeren Blitzschutzsystems oder insbesondere nach einem registrierten Blitzeinschlag festzustellen.

10 Der Stand der Technik beschreibt solche isolierten Ableitungen eines äußeren Blitzschutzsystems beispielsweise in der angegebenen europäischen Patentschrift, aber auch in der IEC TS 62561-8. In

15 Figur 1 ist eine beispielhafte Installation dargestellt. Auf der baulichen Anlage 1, beispielsweise einem Gebäudekörper, ist eine mit einem Isolator 2 beabstandete Fangeinrichtung 4 angeordnet, die mit dem Anschlussteil 3 mit der

20 isolierten Ableitung 6 verbunden ist. Das obere Anschlussteil 3 verbindet auch den elektrischen Leiter 6a mit der äußeren leitenden Schicht 6d der isolierten Ableitung 6. Die isolierte Ableitung 6 wird auf der Höhe der baulichen Anlage 1 (oben) mit

25 einem elektrisch leitenden Verbindungselement 5, beispielsweise einem Halter, an einen Potentialausgleichleiter des Gebäudes oder dergleichen angeschlossen. Weitere Halter 7 dienen der Befestigung der isolierten Ableitung 6. Das

30 untere Anschlussteil 8 verbindet auch den elektrischen Leiter 6a mit der äußeren leitenden Schicht 6d der isolierten Ableitung 6. Eine lösbare Trennstellenklemme 10 verbindet im Ausführungsbeispiel das untere Anschlussteil 8 mit

dem elektrischen Leiter 9 und stellt somit eine Verbindung zum Erdungssystem der baulichen Anlage beziehungsweise zum Erdreich 12 her.

5 Figur 1a zeigt die Installation in Seitenansicht.

 Eine beispielhafte und bevorzugte isolierte Ableitung 6 ist in Figur 2 gezeigt. Hierbei ist der elektrische Leiter 6a von einer schwachleitenden Schicht (innere Leitschicht) 6b umgeben, gefolgt von einer Isolation aus einem hochspannungsfesten Isolierstoff 6c, wiederum gefolgt von einer schwachleitenden Schicht 6d, die die äußere Leitschicht darstellt. Ein Beispiel für ein Anschlusssteil ist in Figur 3
10 gezeigt. Die Figur zeigt die entsprechenden Komponenten in Explosionsdarstellung und im Zusammenbau.

 Ein elektrisches Ersatzschaltbild einer solchen Ausgestaltung ist in Figur 5 gezeigt und bildet den Ausgangspunkt für die Erläuterung der Messmöglichkeiten.
20

 Bei einem Blitzeinschlag, der oben durch den gestuften Pfeil angegeben ist, fließt in die Fangeinrichtung 4 der größte Teil 17 des Blitzstromes über den elektrischen Leiter 6a zur fernen Erde 21 ab. Nur ein sehr geringer Teil 18 des Blitzstroms fließt über die äußere Leitschicht R* (6d) der isolierten Ableitung 6 über symbolisierte Anschlussleitungen 19 und 15 beziehungsweise über eine Potentialausgleichschiene 20 zur fernen Erde 21 ab.
25
30

Als Folge von Beschädigungen oder als Folge eines Durchschlages der Isolation oder der äußeren Leitschicht 6d ist die gewünschte Funktion der isolierten Niederführung des Blitzstromes nicht mehr
5 gegeben und ein Blitzteilstrom würde dann in das Gebäude eindringen können und dort Schäden an elektrischen und elektronischen Geräten verursachen.

Aus diesem Grunde wird bisher schon versucht,
10 möglicherweise vorhandene Beschädigungen bei der in der angegebenen Norm vorgeschriebenen Überprüfung durch eine Messung festzustellen.

Messtechnische Zustandsprüfungen an
15 hochspannungsfesten, isolierten Ableitungen mit Hochspannungsimpulsen, mit Stoßstromimpulsen oder mit einem Hybridgenerator werden aufgrund der Gefahr für Personen und Funktion elektrischer und elektronischer Einrichtungen als zu gefährlich und nicht praktikabel
20 angesehen.

Daher besteht der Wunsch, eine Messung der Isolationseigenschaften einer isolierten Ableitung 6 auf der Erdseite, also unten, ohne Demontgearbeiten
25 an der auf dem Dach befindlichen Fangeinrichtung 4 beziehungsweise an dem Anschlussteil 3 vornehmen zu können.

Dazu werden auf der Erdseite das Anschlussteil 8 entfernt und die Erdanschlussklemme 10 unterbrochen, sodass ein freier Zugang sowohl zum elektrischen
30 Leiter 6a als auch zur äußeren leitenden Schicht 6d besteht. Damit ist die nach dem Stand der Technik übliche Messschaltung gemäß Ersatzschaltbild in Figur

6 gebildet. Hierbei ist der Isolationsfehler mit dem Widerstand R_F eingezeichnet. Gemäß Stand der Technik wird versucht, mit einem Isolationsmessgerät 22, welches mit einer Spannung von ca. 1000 Volt Gleichspannung und einer Strombegrenzung auf wenige mA keine Gefahr für Personen und Geräte darstellt, den Isolationsfehler mit dem Widerstand R_F zu messen.

Untersuchungen an isolierten Ableitungen mit künstlich eingebrachten Fehlstellen haben gezeigt, dass die Genauigkeit einer Isolationsmessung und die Genauigkeit der Fehlerortung sehr stark eingeschränkt ist. Dies ist dadurch begründet, dass auf der Seite der Fangeinrichtung 4 der elektrische Leiter 6a der isolierten Ableitung 6 und die äußere Leitschicht (6d) bestimmungsgemäß durch einen elektrischen Leiter 14 miteinander leitend verbunden sind.

Wie in der Figur 6 gezeigt, wird das Isolationsmessgerät 22 einen Wert anzeigen, der sich aus dem resultierenden Wert der Widerstände der drei Halter R_H und vier Abschnitten der äußeren Leitschicht 6d (R^*) sowie der in Reihe liegenden Parallelschaltung von R_F und R^* ergibt. Je weiter der Isolationsfehler R_F von der Erdseite entfernt ist, desto weniger besteht die Möglichkeit, den Wert von R_F aussagekräftig zu messen. Erschwerend kommt hinzu, dass der spezifische Widerstand der äußeren leitenden Schicht 6d (R^*) einen starken Temperaturkoeffizienten aufweist, sodass der spezifische Widerstand im Temperaturbereich von beispielsweise -20 °C bis $+80\text{ °C}$ eine Änderung von bis zu 300 % erfährt.

Der Widerstand eines Isolationsfehlers R_F , der durch einen elektrischen Durchschlag der Isolation 6c entsteht, liegt im Bereich von einigen 100 kOhm bis MOhm, der Widerstand der äußeren Leitschicht 6d liegt im Bereich von einigen kOhm/m. Eine eindeutige Bestimmung eines Isolationsfehlers mit einem Isolationsmessgerät ist daher nicht möglich. Ein gangbarer Weg bestünde darin, die Verbindung 14 zwischen dem elektrischen Leiter 6a und der äußeren leitenden Schicht 6d am Ort des oberen Anschlussteiles 3 zu unterbrechen. Dies würde aber einen erheblichen Montageaufwand und damit entsprechende Kosten erfordern.

Ausgehend von diesem Stand der Technik hat sich die Erfindung die Aufgabe gestellt, eine einfache Möglichkeit zu entwickeln, bei der möglichst ohne Eingriff in die bestehende Isolation eine entsprechende Überprüfung des äußeren Blitzschutzsystems realisieren zu können. Insbesondere soll eine Demontage des Anschlussteiles an dem Übergang zu der auf einer baulichen Anlage installierten Fangeinrichtung entbehrlich werden.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung vor, dass die elektrische Verbindung zwischen dem elektrischen Leiter und der leitenden Schicht in dem Anschlussteil seriell nur durch ein adaptives Schaltelement hergestellt ist, welches in einem normalen Betriebszustand, bei dem kein Blitzeinschlag vorliegt, die elektrische Verbindung in einer Trennlage (Öffnungsstellung) hält und welches bei einer Blitzeinschlagstellung durch die dann auftretende oder überschrittene Ansprechspannung des

Schaltelementes geschlossen ist und die Verbindung herstellt, wobei im Fall einer messtechnischen Prüfung eine Isolation oder hochohmige Verbindung zwischen dem elektrischen Leiter und der äußeren schwach oder halbleitfähigen Schicht der hochspannungsfesten isolierten Ableitung bewirkt ist, und im Fall von Potentialdifferenzen wie zum Beispiel bei einem Blitzeinschlag eine leitende Verbindung zwischen dem elektrischen Leiter und der äußeren halbleitfähigen Schicht der hochspannungsfesten isolierten Ableitung bewirkt ist.

Vorzugsweise ist zudem vorgesehen, dass die elektrische Verbindung zwischen dem elektrischen Leiter und der leitenden Schicht in dem Anschlusssteil seriell nur durch ein adaptives Schaltelement hergestellt ist, welches in einem normalen Betriebszustand, bei dem kein Blitzeinschlag vorliegt, die elektrische Verbindung in einer Trennlage (Öffnungsstellung) hält und welches bei einer Blitzeinschlagstellung durch die dann auftretende oder überschrittene Ansprechspannung des Schalterelementes geschlossen ist und die Verbindung herstellt, wobei im Fall einer messtechnischen Prüfung eine Isolation oder hochohmige Verbindung zwischen dem elektrischen Leiter und der äußeren schwach oder halbleitfähigen Schicht der hochspannungsfesten isolierten Ableitung bewirkt ist, und im Fall von Potentialdifferenzen wie zum Beispiel bei einem Blitzeinschlag eine leitende Verbindung zwischen dem elektrischen Leiter und der äußeren halbleitfähigen Schicht der hochspannungsfesten isolierten Ableitung bewirkt ist.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Ansprüchen 3 bis 14 angegeben. Besonderheiten der erfindungsgemäßen Ausgestaltung sind im Anspruch 15 angegeben. Die Möglichkeiten zur Anordnung und
5 Installation von Messgeräten sind in den Ansprüchen 16 bis 20 angegeben. Erfindungsgemäße adaptive Schaltelemente sind insbesondere in Anspruch 21 angegeben. Eine vorzugsweise und vorteilhafte Ausgestaltung ist in Anspruch 22 angegeben.

10 Gemäß der Erfindung kann ein einfaches handelsübliches Installationsprüfgerät an den Erdanschluss und die äußere leitende Schicht der isolierten Ableitung angeschlossen werden und liefert
15 dann durch Messung des Isolationswiderstandes ein eindeutiges Ergebnis über den Zustand der Isolation.

Diese Messmöglichkeit wird durch das Einbringen eines adaptiven Schaltelementes zwischen Innenleiter und
20 der äußeren leitenden Schicht der isolierten Ableitung erreicht. Das adaptive Schaltelement trennt die äußere Leitschicht vom elektrischen Leiter und erlaubt die Verwendung eines handelsüblichen Isolationsmessgerätes mit einer Spannung von etwa 100
25 bis 2.500 Volt bei einem für Personen ungefährlichen Messstrom von wenigen mA.

Bei einem Blitzeinschlag stellt das adaptive Schaltelement eine elektrisch leitende Verbindung
30 zwischen dem elektrischen Leiter und der äußeren leitenden Schicht der isolierten Ableitung her und vermeidet so die Ausbildung von schädlichen Gleitentladungen.

5 Neben der Messung des Isolationswiderstandes besteht so auch die Möglichkeit zur Messung des elektrischen Verlustfaktors $\tan \delta$ und der Kapazität C sowie die Messung von elektrischen Teilentladungen und die Ortung eines Isolationsfehlers mit einem üblichen Kabelfehlerortungsprüfgerät.

10 Für den Fall der Prüfung auf Beschädigungen der äußeren leitenden Schicht ist es erforderlich, den oberen Anschluss der äußeren leitenden Schicht an den Potentialausgleichleiter zu unterbrechen und stattdessen eine elektrische Verbindung vom obersten Ende der äußeren leitenden Schicht zum Potentialausgleichleiter herzustellen. Es ist dann
15 möglich, einen Hochfrequenzstrom in die äußere Leitschicht einzuspeisen. Bei vorhandener Fehlstelle der äußeren Leitschicht wird durch den Hochfrequenzstrom ein elektromagnetisches Feld in die Isolation der isolierten Ableitung eingekoppelt und
20 zwischen dem elektrischen Leiter und der äußeren Leitschicht der isolierten Ableitung mit einem Mikrovoltmeter gemessen. Dabei können auch Isolationsfehler miterfasst werden, da diese auch die äußere Leitschicht beschädigen.

25 Erfindungsgemäß sollen Beschädigungen eindeutig an installierten isolierten Ableitungen 6 auch nach längerer Betriebsdauer messbar sein, ohne die Verbindung 14 zwischen dem elektrischen Leiter 6a und
30 der äußeren Leitschicht 6d am Ort des oberen Anschlussteiles 3 zu unterbrechen. Diese Möglichkeit ist in den Zeichnungsfiguren nachstehend erläutert und gezeigt.

Erfindungsgemäß wird diese Anforderung dadurch
gelöst, dass die elektrische Verbindung 14 zwischen
dem elektrischen Leiter 6a und der äußeren leitenden
Schicht 6b mindestens in dem Anschlusssteil 3
5 vorzugsweise aber in den Anschlusssteilen 8 und 3
unterbrochen und nur durch ein adaptives
Schaltelement 23,24 eine elektrische Verbindung
realisiert wird. Die möglichen Ausprägungen eines
adaptiven Schaltelementes sind in den Ansprüchen und
10 in der Beschreibung angegeben.

Die Figur 4 zeigt beispielhaft die geometrische
Anordnung eines adaptiven Schaltelementes 13, welches
in der elektrischen Verbindung zwischen dem
15 Anschlusssteil 3 und der äußeren leitenden Schicht 6d
kontaktiert ist. In der Figur 4 ist die
Fangeinrichtung 4 mit dem Anschlusssteil 3 gezeigt.
Darunter ist ein adaptives Schaltelement 13 gezeigt,
welches das mit dem elektrischen Leiter 6a
20 beziehungsweise mit der Fangeinrichtung 4 verbundene
Anschlusssteil 3 mit der äußeren leitenden Schicht 6d
der isolierten Ableitung 6 erfindungsgemäß verbindet.

Das elektrische Ersatzschaltbild einer isolierten
25 Ableitung 6 mit Anschlusssteil 3 beziehungsweise 8 und
adaptiven Schaltelementen 23 beziehungsweise 24 zeigt
die Figur 7.

Die adaptiven Schaltelemente 23,24 dürfen die
30 Grundfunktionen der isolierten Ableitung 6 nicht
außer Kraft setzen. Daher gelten für die adaptiven
Schaltelemente 23,24 folgende Bedingungen:

- 5 - Bei einem Blitzeinschlag müssen die adaptiven
 Schaltelemente 23,24 bei Erreichen ihrer
 Ansprechspannung geschlossen sein. Damit ist die
 Vermeidung von schädlichen Gleitentladungen
 sichergestellt. Die adaptiven Schaltelemente 23,24
 müssen den Strom durch die äußere Leitschicht 6d
 tragen können. Im Fall eines elektrischen
 Durchschlages der Isolation 6c führen die
10 adaptiven Schaltelemente 23,24 einen durch den
 Teilwiderstand R^* der äußeren Leitschicht
 begrenzten Strom und müssen für diesen Wert
 dimensioniert werden.
- 15 - Im Normalbetrieb müssen die Schaltelemente 23,24
 für die messtechnische Zustandsprüfung der
 hochspannungsfesten isolierten Ableitung 6 mit bei
 einer für Personen und elektrische Komponenten
 ungefährlichen Messspannung nicht reagieren und
 somit offen sein. Die Messspannung muss dabei
20 unterhalb der Ansprechspannung der adaptiven
 Schaltelemente 23,24 liegen.

25 Mit adaptiven Schaltelementen 23,24 ist es dann
 möglich, die Messung des Isolationswiderstandes R_F
 mit einem Isolationsmessgerät 22 eindeutig
 auszuführen, wobei keinerlei Demontage von
 Anschlusssteilen 3,8 oder eine Unterbrechung der
 Erdleitung 9,11 mittels einer Trennstellenklemme 10
 erforderlich ist. Hierdurch wird die Messung
30 wesentlich vereinfacht und führt zu dem gewünschten
 Ergebnis einer genauen Bestimmung des
 Isolationswiderstandes. Eine Personengefährdung durch
 influenzierte Ladung durch atmosphärische
 Elektrizität ist wegen der stets vorhandenen

elektrischen Verbindung 19,15 der Außenmantelschicht 6d ausgeschlossen.

5 Neben der Messung des Isolationswiderstandes wird durch die Einschaltung der adaptiven Schaltelemente noch Möglichkeiten für weitere Diagnosen eröffnet:

- Messung des dielektrischen Verlustfaktors $\tan \delta$ und der Kapazität C,
- 10 - Messung elektrischer Teilentladungen,
- Detektion und Lokalisierung eines Isolationsfehlers,
- Detektion einer Beschädigung der äußeren leitenden Schicht.

15 Die Messungen des dielektrischen Verlustfaktors $\tan \delta$ und der Kapazität C mit Wechselspannung geben Aufschluss über Produktionsfehler, die Alterung von elektrischen Isolierstoffen und Schädigungen durch elektrische Teilentladungen. Diese Messung erfolgt gemäß Schaltbild in Figur 7 zwischen dem erdnahen Endbereich 9 des elektrischen Leiters 6a und der schwachleitenden Außenmantelschicht 6d, wobei das Isolationsmessgerät 22 durch einen handelsüblichen

20 Netzwerkanalysator oder eine handelsübliche Verlustfaktormessbrücke ersetzt wird.

25 Die Lokalisierung eines Isolationsfehlers ist neben der Feststellung eines Isolationsfehlers von besonderem Interesse. Dazu wird zur Erläuterung in Figur 7 anstelle des Isolationsmessgerätes 22 ein Kabelfehlerortungsmessgerät üblicher Bauart verwendet, welches die Fehlerortung ermöglicht.

30

Beschädigungen der äußeren Leitschicht 6e wie in Figur 8 dargestellt, können beispielsweise durch falschen Transport, Lagerung, Montagefehler oder Beschädigungen nach der Montage durch andere Gewerke an der baulichen Anlage auftreten und sind für die Funktion der hochspannungsfesten isolierten Ableitung 6 bei einem Blitzeinschlag schädlich. Selbst wenn die äußere Leitschicht 6d nur kleine Beschädigungen 6e aufweist, sodass der Isolierstoff 6c freiliegt, besteht die Gefahr eines elektrischen Durchschlages des Isolierstoffes 6c bei einem Blitzeinschlag. Es besteht daher der Wunsch, solche Fehlstellen, insbesondere im oberen Bereich nahe der Fangeinrichtung 4, zu bestimmen, da dort die höchste Spannungsbelastung auftritt. Zur Bestimmung solcher Beschädigungen wird die in Figur 9 dargestellte Prinzipanordnung mit dem in Figur 10 gezeigten Schaltbild vorgeschlagen.

Ein Hochfrequenzstrom 27 wird mit einem Hochfrequenzgenerator 25 in die äußere Leitschicht 6d und zurück über die elektrische Verbindung 28 und dem Potentialausgleichsleiter 15 am Gebäude 1 zurückgeführt. Dabei muss der in Figur 7 dargestellte Potentialausgleichsleiter 19 unterbrochen werden und stattdessen muss die in Figur 9 dargestellte Verbindung 28 hergestellt werden. Bei einer Beschädigung 6e wird durch den Hochfrequenzstrom 27 ein elektromagnetisches Feld 30 in den vom Isolierstoff 6 c gebildeten Raum eingestrahlt und erzeugt eine mit dem Mikrovoltmeter 22 messbare Spannung zwischen der äußeren Leitschicht 6d und dem elektrischen Leiter 9, der mit dem elektrischen Leiter 6a verbunden ist. Aus Gründen der

Signalintegrität wird vorgeschlagen, den Anschluss des Mikrovoltmeters 26 über eine koaxiale Steckbuchse 29 in dem unteren Anschlusselement 8 vorzunehmen. Für diese Art der Messung ist es zudem erforderlich, die Erdverbindung in der Trennstellenklemme 10 zu öffnen. Eine solche Messung zeigt neben dem vorhandenen Montagfehlern in der äußeren Leitschicht 6d auch einen Isolationsfehler in der Isolationsschicht 6c, da bei einem Durchschlag der Isolationsschicht 6c immer die äußere Leitschicht 6d beschädigt wird.

Die vorgeschlagenen adaptiven Schaltelemente 23,24 können mit Schaltelementen üblicher Bauart realisiert werden. Hierzu eignen sich unter anderem:

- Varistoren,
- zylinderförmige Varistoren,
- zylindrische Varistoren mit einer zylindrischen Öffnung zur isolierten Durchführung des elektrischen Leiters 6a,
- Luftfunkenstrecken,
- gasgefüllte Überspannungsableiter,
- antiseriell geschaltete Zenerdioden,
- Thyristoren,
- Gleitentladungsfunkenstrecken,
- IGBT (insulated-gate bipolar transistor),
- andere entsprechend wirkende elektronische Bauelemente.

Diese Bauelemente können gemäß Figur 4 in einem isolierten Gehäuse 13 untergebracht werden.

Entsprechende Messgeräte können dauerhaft angeschaltet werden oder auch nur zu Prüfungszwecken

entsprechend angeschlossen werden. Sofern eine dauernde Anschaltung erfolgt, kann eine zentrale Überwachung drahtlos oder drahtgebundene durch eine Überwachungsanlage erfolgen, wobei entsprechende Messsignale auch fernabrufbar sein können, beispielsweise über WLAN und/oder in einer Cloud gespeichert werden und dort abrufbar abgelegt werden.

Als Messgeräte kommen beispielsweise folgende Geräte in Betracht:

- Kabelfehlerortungsgerät 3M Dynatel 356DSP,
- als Impedanzmessgerät E4990A der Firma Keysight Technologies, USA,
- Isolationswiderstandsmessgeräte MIT 2500 CALplus GmbH, Berlin,
- Störspannungsmessgeräte FCKL 1528 der Firma Schwarzbeck, Schönau, Deutschland,
- RF und Mikrowellen R&SSMA100B Signalgenerator der Firma Rhode & Schwarz, Minden,
- Messgeräte für Teilentladungen MPD 600, Omicron, Österreich,
- Kapazitäts- und Verlustfaktormessgerät CDAX 605, Firma Megger.

Bezüglich der besonderen Bauart der infrage kommenden Blitzstromableitvorrichtung, die in der EP 1 760 855 B1 beschrieben wird, wird auf die dortige Beschreibung verwiesen, der Erläuterungen zu den Unteransprüchen 3 bis 14 zu entnehmen sind. Um Wiederholungen diesbezüglich zu vermeiden, wird auf die dortige Offenbarung der Patentschrift in der Beschreibung und der Beschreibung des Ausführungsbeispiels verwiesen.

5

Die Erfindung ist nicht auf die Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern im Rahmen der Offenbarung vielfach variabel.

Alle in der Beschreibung und/oder Zeichnung offenbarten Einzel- und Kombinationsmerkmale werden als erfindungswesentlich angesehen.

Bezugszeichenliste

	1	bauliche Anlage
	2	Isolator
5	3	Anschlusssteil
	4	Fangeinrichtung
	5	elektrisch leitendes Verbindungsteil
	6	isolierte Ableitung
	7	Befestigungshalter
10	8	Anschlusssteil
	9	elektrischer Leiter
	10	Trennstellenklemme
	11	Erdleiter
	12	Erdreich
15		
	6 $\triangleq$	{ 6a elektrischer Leiter 6b schwachleitende Schicht 6c Isolation aus hochspannungsfestem Isolierstoff 6d schwach leitende Außenmantelschicht 6e Beschädigung von 6d
20		
	13	adaptives Schaltelement (23,24)
25	6d $\triangleq$ 5 R*	
	13	isoliertes Gehäuse mit adaptivem Schaltelement
	14	elektr. Leiter (Verbindung zwischen 6a und 6)
	15	Anschlussleitung (6d)
30	17	Blitzstrom
	18	Blitzteilstrom
	19	Anschlussleitung (6d)
	20	Potentialausgleichsschiene
	21	Erde

	22	Isolationsmessgerät
	23	adaptives Schaltelement (13)
	24	adaptives Schaltelement (13)
	25	Hochfrequenzgenerator
5	26	Mikrovoltmeter
	27	Hochfrequenzstrom
	28	elektrische Verbindung
	29	Steckbuchse
	30	elektromagnetisches Feld
10		

Patentansprüche

1. Blitzstromableitvorrichtung, bestehend aus einer Fangeinrichtung (4), die über einen elektrischen
5 Leiter (6a) mit einer Erdungsanlage (12,21) verbunden ist, wobei der elektrische Leiter (6a) von einer Isolierung (6c) umgeben ist, wobei die Isolierung (6c) von einer in Leiterlängsrichtung durchgehenden Schicht (6d) aus einem schwach
10 leitenden Material umgeben ist, das vorzugsweise ein nicht-lineares elektrisches Verhalten aufweist, wobei am der Fangeinrichtung (4) zugewandten Endbereich der Schicht (6d) ein Anschlusssteil (3) aus elektrisch leitendem
15 Material, insbesondere Metall, angeordnet ist, mittels dessen die Fangeinrichtung (4) und/oder der elektrische Leiter (6a) mit der Schicht (6d) verbunden ist, und wobei am der Erdungsanlage (12,21) zugewandten Endbereich der Schicht (6d) ein Anschlusssteil (8) aus elektrisch leitendem
20 Material, insbesondere Metall, angeordnet ist, mittels dessen der elektrische Leiter (6a) und/oder die Erdungsanlage (12,21) mit der die Isolierung (6c) umgebenden Schicht (6d) verbunden
25 ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Verbindung zwischen dem elektrischen Leiter (6a) und der leitenden Schicht (6d) in dem Anschlusssteil (3) seriell nur durch ein adaptives Schaltelement (13,23) hergestellt ist, welches in
30 einem normalen Betriebszustand, bei dem kein Blitzeinschlag vorliegt, die elektrische Verbindung in einer Trennlage (Öffnungsstellung) hält und welches bei einer Blitzeinschlagstellung durch die dann auftretende oder überschrittene

- 5 Ansprechspannung des Schaltelementes (23)
geschlossen ist und die Verbindung herstellt,
wobei im Fall einer messtechnischen Prüfung eine
Isolation oder hochohmige Verbindung zwischen dem
elektrischen Leiter (6d) und der äußeren schwach
oder halbleitfähigen Schicht (6d) der
hochspannungsfesten isolierten Ableitung bewirkt
ist, und im Fall von Potentialdifferenzen wie zum
Beispiel bei einem Blitzeinschlag eine leitende
Verbindung zwischen dem elektrischen Leiter (6a)
und der äußeren halbleitfähigen Schicht (6d) der
hochspannungsfesten isolierten Ableitung bewirkt
ist.
- 10
- 15 2. Blitzstromableitvorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische
Verbindung zwischen dem elektrischen Leiter (6a)
und der leitenden Schicht (6d) in dem
Anschlusssteil (8) seriell nur durch ein adaptives
Schaltelement (24) hergestellt ist, welches in
einem normalen Betriebszustand, bei dem kein
Blitzeinschlag vorliegt, die elektrische
Verbindung in einer Trennlage (Öffnungsstellung)
hält und welches bei einer Blitzeinschlagstellung
durch die dann auftretende oder überschrittene
Ansprechspannung des Schalterelementes (24)
geschlossen ist und die Verbindung herstellt,
wobei im Fall einer messtechnischen Prüfung eine
Isolation oder hochohmige Verbindung zwischen dem
elektrischen Leiter (6d) und der äußeren schwach
oder halbleitfähigen Schicht (6d) der
hochspannungsfesten isolierten Ableitung bewirkt
ist, und im Fall von Potentialdifferenzen wie zum
Beispiel bei einem Blitzeinschlag eine leitende
- 20
- 25
- 30

Verbindung zwischen dem elektrischen Leiter (6a) und der äußeren halbleitfähigen Schicht (6d) der hochspannungsfesten isolierten Ableitung bewirkt ist.

5

3. Blitzstromableitvorrichtung nach einem Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Isolierung (6c) von einer Schicht (6d) mit einer polymeren Matrix und einem teilchenförmigen Füllstoff, der Zinkoxidpulver, insbesondere dotiertes Zinkoxid-Varistor-Pulver, umfasst, umgeben ist, oder dass der teilchenförmige Füllstoff mit Material aus einem oder mehreren anderen Oxiden oder aus Karbiden, Nitriden, Boriden, Chalkogeniden besteht, welche zu einem Material führen mit ausgeprägten nicht-linearen Varistoreigenschaften, wie zum Beispiel dotiertes SnO₂, SiC.

10

15

4. Blitzstromableitvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material neben (dotiertem) ZnO-Füllstoff noch weitere Füllstoffe enthalten kann, wie zum Beispiel leitende oder halbleitende Füllstoffe mit konstanter spannungsunabhängiger Leitfähigkeit, Additive für Flammenschutz und/oder Verarbeitung und/oder zur Stabilisierung gegen Umwelteinflüsse, Füllstoffe zur mechanischen Verstärkung.

20

25

30

5. Blitzstromableitvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der dotierte Füllstoff so hergestellt ist, dass jedes Füllstoffpartikel an sich schon eine nicht-

lineare, varistorartige Strom(T)-Spannung(U)-
Kennlinie zeigt, der Übergang vom isolierenden
zum nicht-linearen Bereich gezielt eingestellt
werden kann und die Nicht-Linearität $\alpha > 3$ ist.

5

6. Blitzstromableitvorrichtung nach einem der
Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass**

10

- die Schicht einen Füllstoffanteil von
dotiertem ZnO im Bereich von 10-80 Volumen-%
aufweist,
- die Schicht einen Füllstoff mit Partikelgrößen
im Bereich von 4-160 μm aufweist,
- die Partikel von kugeliger Form sein können
oder aus Bruchstücken von Voll- und Hohlkugeln
oder massiver Varistor-Keramik bestehen,
- die Schicht eine Polymermatrix aufweist aus:
Silikon, EPDM, EPR, thermoplastischem
Elastomer, Mischungen von diesen Elastomeren,
Thermoplasten oder Duromeren.

15

20

25

30

7. Blitzstromableitvorrichtung nach einem der
Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Schicht bezüglich ihres nicht-linearen
elektrischen Verhaltens zur Ableitung von
Blitzstromspannungen entlang des elektrischen
Leiters ausgelegt ist und den isolierten Leiter
in Umfangsrichtung voll oder auch nur
segmentweise umschließt.
8. Blitzstromableitvorrichtung nach einem der
Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Schicht ein- oder mehrlagig sein kann und

sich die Leitfähigkeit der einzelnen Schichten unterscheiden können.

- 5 9. Blitzstromableitvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schicht eine Dicke im Bereich von 0,05-10 mm aufweist, vorzugsweise 0,2-5 mm.
- 10 10. Blitzstromableitvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schicht von einer isolierenden oder hochohmigen/halbleitenden Schutzschicht umgeben ist.
- 15 11. Blitzstromableitvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der isolierte Leiter (6) verschiedene Querschnittsformen aufweist, zum Beispiel rund, flach oval und massiv sein kann oder aus mehreren
- 20 Teilleitern bestehen kann.
12. Blitzstromableitvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die isolierende Schicht und/oder die zusätzlich
- 25 aufgebrachte Schutzschicht als mechanisch tragendes Element ausgeführt ist, zum Beispiel als glasfaser-verstärkter Kunststoff.
- 30 13. Blitzstromableitvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **gekennzeichnet** durch eine durchgehende oder auch aus Modulen aufbaubare Einrichtung zur Blitzstromableitung.

14. Blitzstromableitvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schicht aufextrudiert, aufgeschrumpft oder auflackiert ist.
- 5
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das adaptive Schaltelement (13,23) aus einem oder mehreren passiven oder aktiven spannungsschaltenden oder spannungsbegrenzenden Bauteilen besteht.
- 10
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** an eine erdseitige Anschlussklemme und an die erdseitige äußere halbleitfähige oder schwachleitfähige Schicht (6d) ein Isolationsmessgerät zeitweise zum Zwecke einer Messung oder dauerhaft angeschlossen ist.
- 15
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** an die erdseitige Anschlussklemme und die erdseitige Schicht (6d) ein Netzwerkanalysator oder eine Verlustfaktormessbrücke angeschlossen ist, zur Messung des Verlustfaktors $\tan \delta$ und/oder der Kapazität C der hochspannungsfesten isolierten Ableitung (6).
- 20
- 25
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Teilentladungsmessgerät an die erdseitige Anschlussklemme und die erdseitige Schicht (6d) angeschlossen ist, zum Zwecke der Messung von Teilentladungen der isolierten Ableitung (6).
- 30

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18,
dadurch gekennzeichnet, dass ein
Kabelortungsmessgerät an die erdseitige
Anschlussklemme und die erdseitige Schicht (6d)
angeschlossen ist, zum Zwecke der Ortung eines
Isolationsfehlers der isolierten Ableitung (6).
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19,
dadurch gekennzeichnet, dass ein
Hochfrequenzgenerator zwischen die Schicht (6d)
und den nächstliegenden Zugang zum Erdungssystem
(11,12) bei aufgetrennter Trennstellenklemme (10)
angeschlossen ist, der obere
Potentialausgleichsleiter an das der
Fangeinrichtung (4) nahe obere Ende der Schicht
(6d) gelegt ist und ein Mikrovoltmeter zwischen
dem Leiter (9) und die Schicht (6d) angeschlossen
ist.
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 20,
dadurch gekennzeichnet, dass als adaptives
Schaltelement (13,23)
- mindestens ein Varistor,
 - mindestens eine Luftfunkenstrecke,
 - mindestens ein gasgefüllter
Überspannungsableiter,
 - antiseriell geschaltete Zenerdioden,
 - Thyristoren,
 - Gleitentladungsfunkenstrecken,
 - IGBT (insulated-gate bipolar transistor)
- angeordnet ist.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 21,
dadurch gekennzeichnet, dass das Messgerät
dauerhaft angeschlossen ist und mit einer
dezentral angeordneten zentralen
5 Überwachungsvorrichtung kommunizierend verbunden
ist, die vorzugsweise drahtlos fernabfragbar ist.