

Blitz- und Überspannungsschutz temporärer Kommunikationssysteme

Inhalt

1 Grundlagen des Blitzschutzes	2
1.1 Blitzschutzsysteme	2
1.2 Überspannungsschutz	3
2 Maßnahmen	3
2.1 Blitzstromtragfähige Verbindungsteile	3
2.2 Erdung	3
2.3 Potentialausgleich	4
2.4 HF-Kabelbox	4
2.5 NF-Kabelbox	4
2.6 Antenne	5
2.7 Fahrzeug	5
2.8 Funkgeräte	5
2.9 Abgesetzte Besprechungseinrichtung	5
2.10 Stromversorgung	5
2.11 Externe Telekommunikationsleitung	6
3 Anwendungsbeispiele	6
3.1 Anhänger mit Antennenmasten	6
3.2 Freistehender Antennenmast	6
3.3 Abgesetztes Funkgerät	6
4 Begriffsdefinitionen	7
5 Literatur	8

Temporäre Kommunikationssysteme sind aufgrund ihrer exponierten Lage durch Blitzschlag gefährdet. Das gilt auch für Personen, die solche Anlagen betreiben oder sich in deren Nähe aufhalten.

Das Merkblatt erläutert die Gefahren durch Blitzeinschläge, beschreibt Maßnahmen zum Schutz von Personen und darüber hinaus der Kommunikationssysteme. Ziel ist der sichere Betrieb dieser Kommunikationssysteme. Da bei temporären Kommunikationssystemen ein komplexes Blitzschutzsystem meist nicht realisiert werden kann, kommt es auf die richtige Vorgehens- und Verhaltensweise von Einsatz- und Betriebspersonal an.

Das Merkblatt wendet sich an die Verantwortlichen der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) und Einsatzkräfte sowie an sonstige Betreiber mobiler Kommunikationssysteme.

1 Grundlagen des Blitzschutzes

An durchschnittlich 30 Tagen im Jahr kommt es in Deutschland zu Gewittern. Jedes Jahr sind Blitzunfälle mit Personenschäden sowie Funktionsstörungen, Schäden und Zerstörungen von Einrichtungen zu verzeichnen. Herannahende Gewitter erkennt man an aufsteigenden Haufenwolken, Schwüle mit aufkommendem Wind, Donner und Wetterleuchten. Bereits bei Wahrnehmung von Donner ist ein Gewitter weniger als 10 Kilometer entfernt! Die Entfernung eines Gewitters lässt sich grob abschätzen: die Sekunden zwischen Blitz und Donner geteilt durch drei ergeben die Entfernung in Kilometern. Beispiel: Folgt der Donner einem Blitz nach zehn Sekunden, ist das Gewitter ungefähr 3 Kilometer entfernt – der nächste Blitzeinschlag kann bereits in unmittelbarer Nähe erfolgen!



Bild 1: Gefährdung durch direkten Blitzeinschlag

Bei einem Gewitter besteht im Freien für Einsatzkräfte **Lebensgefahr!** Ein direkter Einschlag in Personen ist möglich (Bild 1). In unmittelbarer Nähe zum Einschlagsort besteht eine Gefährdung durch Schrittspannungen (Bild 2). Über die Kabelstrecken werden hohe Berührungsspannungen und Blitzteilströme übertragen (Bild 2). Schutz finden Personen in Fahrzeugen mit Ganzmetallkarosserie und in Gebäuden mit Blitzschutzsystemen. Zum Schutz vor Berührungsspannungen kommen Überspannungs-Schutzeinrichtungen zum Einsatz.

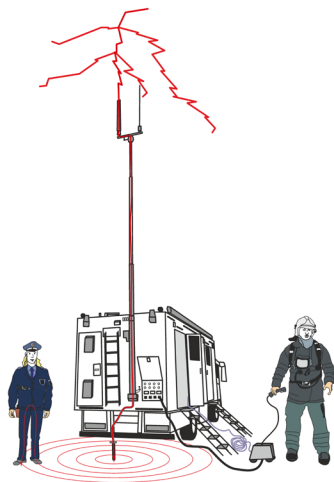


Bild 2: Gefährdung durch Schritt- und Berührungsspannungen

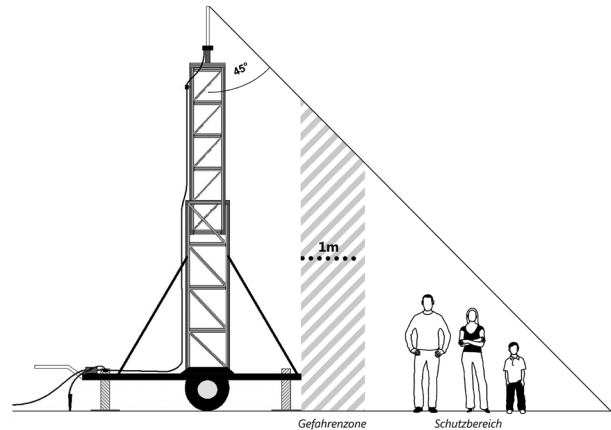


Bild 3: Beispiel für den Schutz vor direktem Blitzschlag durch einen geerdeten Metallmast

Im Freien sind Personen in der Nähe von geerdeten Antennenmasten vor dem direkten Blitzschlag geschützt (Bild 3). Die Gefährdung durch Schrittspannungen lässt sich nur durch Verhaltensregeln reduzieren. Weiterführende Informationen zur Gefährdung durch Blitze und zum richtigen Verhalten sind unter www.vor-blitzen-schuetzen.eu aufgeführt.

1.1 Blitzschutzsysteme

Einen umfassenden Schutz vor den Auswirkungen von Blitzen bieten Blitzschutzsysteme bestehend aus dem Äußeren Blitzschutz und dem Inneren Blitzschutz mit Potentialausgleich und Überspannungs-Schutzeinrichtungen.

Aufgabe des Äußeren Blitzschutzes ist es, einen direkten Blitzeinschlag in die bauliche Anlage, das Kommunikationssystem oder einen geschützten Bereich mit Hilfe einer Fangeinrichtung zu verhindern. Der Blitzstrom wird mit Ableitungen in die Erdungsanlage abgeleitet und in der Erde so verteilt, dass keine Gefährdung auftritt.

Der durch eine Fangeinrichtung (Fangstange, Fangspitze, Antenne, Mast, hohes Gebäude) erzeugte Schutzbereich ergibt sich wie im Bild 3 dargestellt. Zum Schutz vor Schritt- und Berührungsspannungen sowie vor abgesprengten Antennenteilen (Splitterwirkung) sind ggf. zusätzliche Maßnahmen notwendig.

Die Erdung temporärer Kommunikationssysteme erfolgt i. d. R. über Erdungsspieße mit Bohrspirale, die über eine Erdungsleitung mit dem temporären Kommunikationssystem verbunden sind.

1.2 Überspannungsschutz

Von außen eingeführte Kabel wie z.B. Antennenkabel und Stromkabel können Personen und elektrische Betriebsmittel in Fahrzeugen oder Gebäuden durch Spannungsüberschläge gefährden. Die Kabel müssen durch Überspannungs-Schutzeinrichtungen (ÜSE) in den Potentialausgleich einbezogen werden. Durch diese Maßnahme werden bei einem Blitzeinschlag alle leitfähigen Teile auf das gleiche Spannungspotential gebracht und Gefährdungen vermieden.

2 Maßnahmen

Temporäre Kommunikationssysteme sind durch Blitze gefährdet. Damit Blitzströme keine Schäden hervorrufen, sind die nachfolgend beschriebenen Maßnahmen umzusetzen.

Blitzschutzsysteme sind nach jedem Blitzereignis auf ihre weitere Funktionsfähigkeit zu prüfen.

2.1 Blitzstromtragfähige Verbindungsteile

Anschlüsse und Leitungen müssen für den Blitzstrom, der bei einem Einschlag auftritt, ausgelegt sein. Die eingesetzten Verbindungselemente und Leitungen müssen einen Blitzstrom führen können, ohne gelöst oder zerstört zu werden. Dieses wird durch die Auswahl der eingesetzten Komponenten erreicht:

- Anschlussbolzen oder -schrauben mit einem Minstdurchmesser von 10 mm (Bild 4),
- Leitungen mit einem Mindestquerschnitt von 16 mm² Kupfer (Bild 5) und
- Anschlussenden mit geschlossenen Ringkabelschuhen.

Werden vorkonfektionierte Verbindungsteile verwendet, so hat der Hersteller die Eignung für Blitzströme nachzuweisen¹. Alle verwendeten Anschluss und Zubehörteile müssen blitzstromgeprüft sein. Dieses wird i. d. R. durch den Hersteller in den Produktkatalogen oder Produktdatenblättern angegeben. Abweichend von den Produktnormen für Blitzschutzbauteile reicht bei temporären

¹ Die in diesem Merkblatt zu Grunde gelegte Blitzenergie wird mit einem einmaligen Prüfpuls 10/350 µs und einer Blitzstromamplitude von 100 kA berücksichtigt. Diese Kennwerte lehnen sich an den Gefährdungspegel III in [1] an.

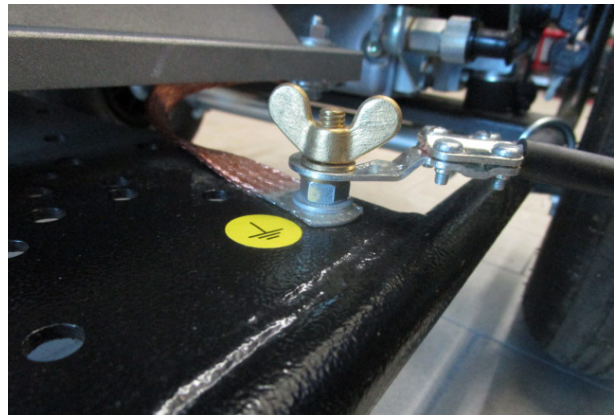


Bild 4: Anschlussbolzen

Kommunikationsanlagen eine Auslegung für eine einmalige Stoßstrombelastung aus.

Besonderes Augenmerk erfordern die Kabelschuhe. Diese müssen, insbesondere bei flexiblen Leitungsbauarten (z.B. H07RN-F), blitzstromtragfähig sein und nach Herstellervorgabe gepresst oder verschraubt werden. Offene Kabelschuhe sind nicht geeignet.

2.2 Erdung

Temporäre Kommunikationssysteme sind zu erden. Die Erdung ist so auszuführen, dass der Blitzstrom ohne Schäden am Erder selbst und ohne Gefährdung von Personen in den Erdboden geleitet wird.

Für eine wirksame Erdung ist ein entsprechender Untergrund zu wählen. Die Erder sind im Bereich von Freiflächen wie z.B. Wiesen, Gärten o.ä. zu errichten. Gepflasterte oder geschotterte Flächen sowie felsige Untergründe sind nicht geeignet.

Für den Erder sind Erdungsrohre mit Bohrspirale mit einer Mindestlänge von 1,0 m geeignet (Bild 5).



Bild 5: Erder und Erdungsleitung

Erder müssen in ihrer gesamten Länge in den Erdboden eingetrieben werden. Bei trockenen Böden sind die Erder zu wässern.

Verbindungssteile sind nach Abschnitt 2.1 auszuwählen. Die Verbindungsleitungen zwischen dem Erder und dem anzuschließenden Bauteil (Stativ, Anhänger oder Überspannungs-Schutzeinrichtung) ist so kurz wie möglich zu wählen. Lange Erdungsleitungen > 10 m verringern die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen.

2.3 Potentialausgleich

Als Potentialausgleich wird das Verbinden von metallenen Teilen wie Antennenmast, Kabelschirm, Erder usw. bezeichnet. Der Potentialausgleich verhindert Spannungsunterschiede zwischen elektrisch leitfähigen Teilen und dient dem Personen- und Geräteschutz. In den Potentialausgleich werden einbezogen:

- die Schirme der Antennenkabel über Erdungsmuffen (Bild 6),
- die Innenleiter der Antennenkabel über Überspannungs-Schutzeinrichtungen,
- Elektro- und Kommunikationsleitungen über Überspannungs-Schutzeinrichtungen,
- Antennen, Antennenmasten und Fahrzeuge und
- Erder.

Die Erdungsmuffen sind für gängige Kabeltypen bei den Herstellern der Antennenleitungen erhältlich. Die Erdungsmuffen (grounding kit oder grounding clamps) sollten im Außenbereich wasserdicht (Mindestschutzart



Bild 6: Erdungsmuffe (Quelle: Quesy GmbH & Co. KG)

IP X4) sein oder mit selbstverschweißendem Dichtungsband abgewickelt werden.

Die Anschlussstecker (Konnektoren) müssen in der Lage sein, Blitzteilströme zu führen. Standard-N-Konnektoren erfüllen diese Anforderungen. Für andere Stecksysteme muss der Hersteller die Tauglichkeit bescheinigen.

2.4 HF-Kabelbox

Eine HF-Kabelbox (Bild 7) ist ein Bauteil, das für zwei Antennensysteme am Ende der Antennenkabel einen örtlichen Potentialausgleich herstellt. Dadurch werden Gefährdungen für Personen und funktechnische Anlagen reduziert.

Die HF-Kabelbox besteht aus elektrisch leitfähigen Materialien und ist für den Anschluss von vier Antennenkabeln mit N-Konnektoren ausgelegt. Die Innenleiter von jeweils zwei Antennenkabeln sind miteinander und mit einer Überspannungs-Schutzeinrichtung (Typ D1, min. 2,5 kA 10/350 µs, f = 75 ... 450 MHz) verbunden.

Die HF-Box ist mit einem Erdungsanschluss ausgerüstet und durch den Anwender nach Abschnitt 2.2 zu erden.

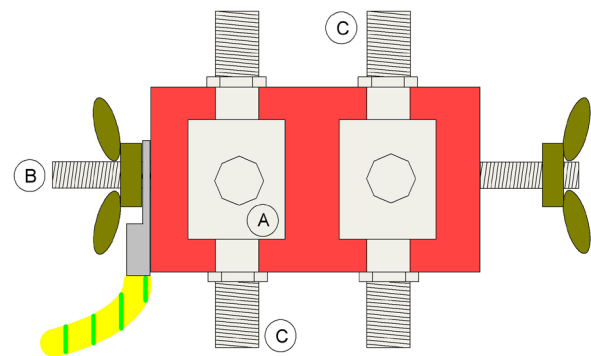


Bild 7: Metallene HF-Kabelbox

A: Überspannungs-Schutzeinrichtung (ÜSE)

B: M10-Bolzen mit Flügelmutter für den Anschluss einer Erdungsleitung

C: Antennenanschluss (N-Buchse)

2.5 NF-Kabelbox

Eine NF-Kabelbox ist für den Potentialausgleich bei NF-Kabeln in abgesetzten Besprechungseinrichtungen vorgesehen. Sie ist im Prinzip wie die HF-Box aufgebaut, nur ist die Überspannungs-Schutzeinrichtung für das jeweilige Nutzsignal (typischerweise 12 V) ausgelegt.

2.6 Antenne

Die Verwendung von blitzstromtragfähigen Antennen wird empfohlen. Den Nachweis, dass eine Antenne als blitzstromtragfähig gilt, liefert der Hersteller der Antenne. Tetra-Antennen werden von einigen Herstellern in einer blitzstromtragfähigen Version angeboten. Antennen für das 2-m- und 4-m-Band sind i. d. R. nicht blitzstromtragfähig und deshalb vor dem direkten Blitzeinschlag zu schützen.

Sollte die blitzstromtragfähige Eignung der Antennen nicht bekannt oder gegeben sein, so sind die Antennen im Schutzbereich anderer blitzstromtragfähiger Antennen oder Blitzfangstangen anzuordnen (Bild 8). Für die Festlegung des Schutzbereichs kann ein Schutzwinkel von 45° angesetzt werden.

Sollte keine der beiden vorgenannten Lösungen realisierbar sein, ist der Bereich um den Antennenmast im Radius der halben Antennenmasthöhe abzusperren.

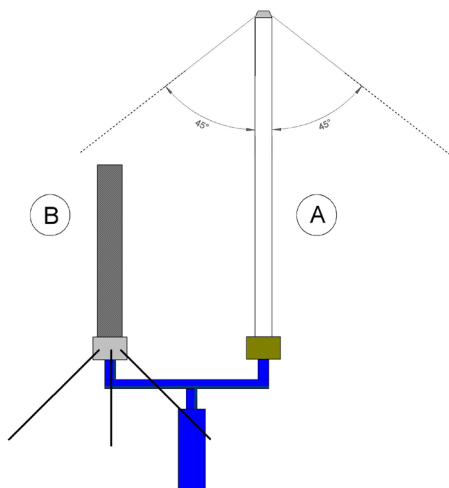


Bild 8: Schutzbereich einer blitzstromtragfähigen Antenne
A: blitzstromtragfähige Antenne B: nicht blitzstromtragfähige Antenne

2.7 Fahrzeug

Eine durchgängig elektrisch leitfähige Karosserie bietet bei Gewitter einen sicheren Aufenthaltsort.

Fahrzeuge mit mobilen Kommunikationssystemen und außen montierten Mastantennen sind nach Abschnitt 2.2 zu erden.

Die von außen in das Fahrzeug eingeführten Leitungen sind nach Abschnitt 2.3 in den Potentialausgleich einzu beziehen.

Durch diese Maßnahmen ist der Personenschutz im Fahrzeuginneren gegeben.

2.8 Funkgeräte

Bei einem Blitzeinschlag in die Antennentechnik kommt es zu großen Potentialanhebungen und somit zu gefährlichen Berührungsspannungen. Dies gilt sowohl für den Bereich des Mastes als auch am Funkgerät selbst.

Deshalb ist der Potentialausgleich von Antennenkabel und Antennenmast zwingend notwendig.

Wird das Funkgerät mehr als 5 m vom Antennenmast entfernt betrieben, sind weitere Maßnahmen zur Begrenzung der Berührungsspannung notwendig: Das Funkgerät muss mit einem maximal 5 m langen Antennenkabel mit einer geerdeten HF-Kabelbox (siehe Abschnitt 2.4) verbunden werden.

Als Erder kann das Blitzschutzsystem eines Gebäudes, ein Gebäudeerder oder ein eigens hierfür errichteter Erder verwendet werden. Anwendungsbeispiele sind im Abschnitt 3 dargestellt.

2.9 Abgesetzte Besprechungseinrichtung

Wird eine von dem Funkgerät abgesetzte Besprechungseinrichtung verwendet, ergibt sich bei den typischen Leitungslängen von 50 bis 250 m eine Gefährdung des Funkers. Deshalb ist jeweils eine geerdete NF-Kabelbox (siehe Abschnitt 2.5) in maximal 5 m Entfernung vom Funkgerät und von der Besprechungseinrichtung zu installieren.

2.10 Stromversorgung

Die Stromversorgung der Funktechnik erfolgt üblicherweise mit einem Eigenstromerzeuger. Dieser kann in einem Fahrzeug integriert, als eigenständiger Anhänger oder als transportable Einheit ausgeführt sein.

Der Stromerzeuger ist an seinem Aufstellort nach Abschnitt 2.2 zu erden. Das Gestell des Stromerzeugers muss mit dem Erder mit einem Verbindungsteil nach Abschnitt 2.1 verbunden werden.

Wird der Stromerzeuger in der Nähe eines bereits geerdeten Antennenmastes aufgestellt, ist ein separater Erder für den Stromerzeuger nicht notwendig.

Werden Fahrzeuge an das öffentliche Niederspannungsnetz angeschlossen, ist für das Verbindungskabel am Fahrzeugeintritt eine Überspannungs-Schutzeinrichtung (SPD Typ 1) vorzusehen, die mit einem Erder nach Abschnitt 2.2 verbunden werden muss. Dies gilt auch bei Trenntransformatoren im Fahrzeug.

2.11 Externe Telekommunikationsleitung

Werden Fahrzeuge an das öffentliche Fernmelde- und Datennetz angeschlossen, ist für das Verbindungskabel am Fahrzeugeintritt eine Überspannungs-Schutzeinrichtung (SPD Typ D1) vorzusehen, die mit einem Erder nach Abschnitt 2.2 verbunden sein muss.

3 Anwendungsbeispiele

Nachfolgend werden typische Einsatzszenarien temporärer Kommunikationssysteme vorgestellt sowie die Maßnahmen zum Blitz- und Überspannungsschutz kurz beschrieben. Hierzu werden Gefährdungen, Arbeitsanweisungen und benötigte Materialien aufgelistet.

3.1 Anhänger mit Antennenmasten

Maßnahmen:

1. Der Anhänger (Bild 9) ist am Erdungsanschluss nach Abschnitt 2.2 zu erden.
2. Die Antennenkabel sind am Mastkopf über Erdungsmuffen mit dem Mast zu verbinden.
3. Am Mastfuß sind die Antennenkabel an eine HF-Kabelbox anzuschließen.

Durch diese Maßnahmen ergibt sich eine Blitzstromaufteilung zwischen Mast und Antennenkabel.

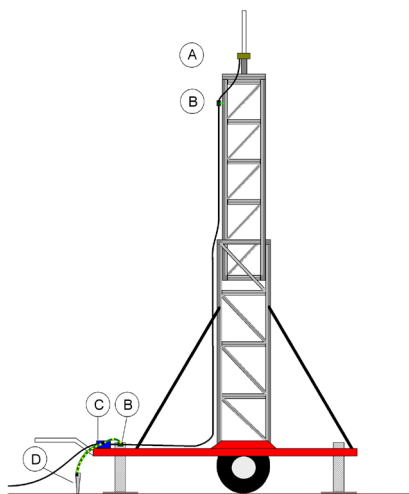


Bild 9: Anhänger mit Antennenmast
A: Blitzstromtragfähige Antenne B: Erdungsmuffe
C: HF-Box am Mastfuß D: Erder

3.2 Freistehender Antennenmast

Maßnahmen:

1. Der Antennenmast (Bild 10) ist am Fußpunkt nach Abschnitt 2.2 zu erden. Eine Anschlussmöglichkeit für einen Erdungsleiter am Mastfuß (Stativ) und am Mastkopf ist i. d. R. nicht vorhanden. Zum Anschluss eignen sich blitzstromgeprüfte Spannbandschellen. Als Erder kann ein Erder nach Abschnitt 2.2 (Bild 5) verwendet werden. Wird der Antennenmast in unmittelbarer Nähe eines Gebäudes oder auf einem Gebäudedach errichtet, kann die Erdung durch Anschluss an den Gebäudeerder oder das Blitzschutzsystem des Gebäudes erfolgen.
2. Die Antennenkabel sind am Mastkopf über Erdungsmuffen mit dem Mast zu verbinden.
3. Am Mastfuß sind die Antennenkabel an eine HF-Kabelbox anzuschließen.

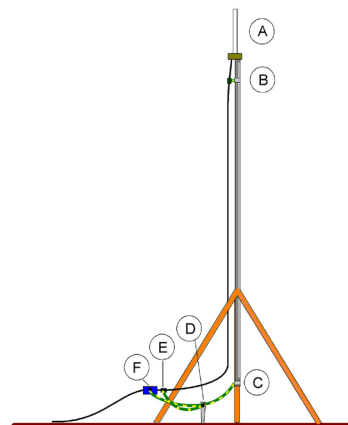


Bild 10: Freistehender Antennenmast
A: Blitzstromtragfähige Antenne B: Erdungsmuffe
C: Erdungsanschluss Mast D: Erder E: Erdungsmuffe
F: HF-Kabelbox am Mastfuß

3.3 Abgesetztes Funkgerät

Maßnahmen:

1. Bei einer HF-Kabellänge von bis zu 5 m zwischen der HF-Kabelbox am Mastfuß und dem Funkgerät sind keine weiteren Maßnahmen notwendig (Bild 11).
2. Bei einer HF-Kabellänge von mehr als 5 m wird eine zweite HF-Kabelbox benötigt, die mit einem maximal 5 m langen Antennenkabel an das Funkgerät angeschlossen ist. Die Erdung dieser HF-Kabelbox erfolgt über einen separaten Erder nach Abschnitt 2.2

(Bild 12) oder durch Anschluss an den Gebäudeerdeer oder ein Gebäudeblitzschutzsystem (Bild 13).

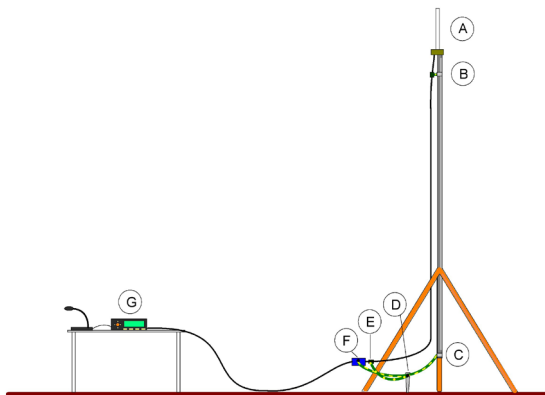


Bild 11: Freistehender Antennenmast und Funkgerät in der Nähe
A: Blitzstromtragfähige Antenne B: Erdungsmuffe
C: Erdungsanschluss Mast D: Erder
E: Erdungsmuffe F: HF-Kabelbox am Mastfuß
G: Abgesetztes Funkgerät (in Fahrzeug/Gebäude)

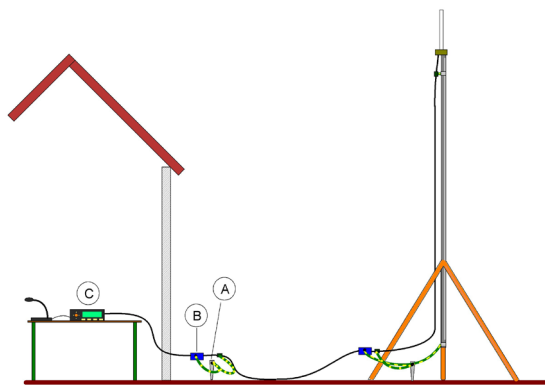


Bild 12: Freistehender Antennenmast und Funkgerät in einem Gebäude ohne Blitzschutzsystem
A: Erder B: HF-Kabelbox am Funkgerät C: Funkgerät im Gebäude

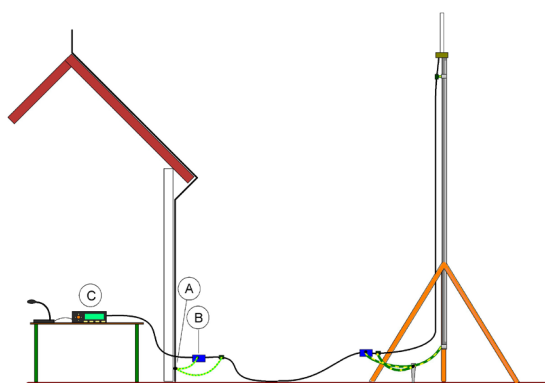


Bild 13: Freistehender Antennenmast und Funkgerät in einem Gebäude mit Blitzschutzsystem
A: Erdungsanschluss an Gebäudeblitzschutz oder an Erdungsanlage des Gebäudes B: HF-Kabelbox am Funkgerät
C: Funkgerät im Gebäude

4 Begriffsdefinitionen

Temporäre Kommunikationssysteme · Sind ortsveränderliche Einrichtungen, die nach erfolgter Installation einige Stunden bis wenige Tage an einem Ort betrieben werden und Technik zur leitungsgebundenen und/oder drahtlosen Kommunikation enthalten.

Geschützter Bereich · Bereich, in dem Personen und Einrichtungen vor den schädlichen Auswirkungen von Blitzen geschützt sind.

Ungeschützter Bereich · Bereich, in dem Personen und Einrichtungen durch Blitzwirkung geschädigt werden können.

Blitzschutzsystem · System bestehend aus dem Äußeren und dem Inneren Blitzschutz zum Schutz gegen die Auswirkungen des Blitzes. Vermieden werden damit Schäden z.B. durch Feuer und Gefährdungen von Personen.

Äußerer Blitzschutz · Teil des Blitzschutzsystems bestehend aus der Fangeinrichtung, der Ableitungseinrichtung und der Erdungsanlage.

Innerer Blitzschutz · Teil des Blitzschutzsystems bestehend aus dem Blitzschutzpotentialausgleich und der Isolation gegenüber dem Äußeren Blitzschutz (Einhaltung des Trennungsabstandes). Der Innere Blitzschutz wird häufig zusammen mit zusätzlichen Maßnahmen als Überspannungsschutz ausgeführt.

Fangeinrichtung · Teil des Äußeren Blitzschutzes, der zum Auffangen der Blitze bestimmt ist.

Ableitungseinrichtung · Teil des Äußeren Blitzschutzes, der elektrisch leitende, blitzstromtragfähige Verbindungen zwischen der Fangeinrichtung und der Erdungsanlage herstellt.

Erdungsanlage · Teil des Äußeren Blitzschutzes, der den Blitzstrom in die Erde leitet und dort verteilt.

Überspannungsschutz · Schutz elektrischer und elektronischer Geräte und Systeme vor zu hohen Spannungen, die z.B. durch Blitzströme hervorgerufen werden.

Potentialausgleich · Elektrische Verbindung zwischen elektrisch leitfähigen Teilen, um Potentialgleichheit zu erzielen.

Schutzpotentialausgleich · Potentialausgleich zum Personenschutz, bei dem fremde leitfähige Teile, z.B. Rohrleitungen, mit anderen leitfähigen Teilen und der Erdungsanlage verbunden werden.

5 Literatur

- [1] Normen DIN EN 62305-1 ... -3 (VDE 0185-305-1 bis -3): Blitzschutz. VDE-Verlag, Berlin – Offenbach / Beuth-Verlag, Berlin.
- [2] VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V., Ausschuss für Blitzschutz und Blitzforschung (ABB), Electrosuisse, Österreichischer Verband der Elektrotechnik:
Blitze – So können Sie sich schützen, 2. Auflage, 2013, www.vor-blitzen-schuetzen.eu
- [3] VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V., Ausschuss für Blitzschutz und Blitzforschung (ABB):
Homepage www.blitzschutz-blitzforschung.de
- [4] VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V., Ausschuss für Blitzschutz und Blitzforschung (ABB): Blitzschutzsysteme oder Antennenerdung für Funksende-/empfangssysteme, ABB-Merkblatt 16, Frankfurt, 2008,
www.vde.com/de/blitzschutz-funksysteme
- [5] VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V., Ausschuss für Blitzschutz und Blitzforschung (ABB): Blitzschutz für Veranstaltungen, ABB-Merkblatt, Frankfurt, 2013,
www.vde.com/blitzschutz-veranstaltungen
- [6] VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V., Ausschuss für Blitzschutz und Blitzforschung (ABB): Blitzschutz beim Zelten, Campen und auf dem Campingplatz, ABB-Merkblatt, Frankfurt, 2015, www.vde.com/blitzschutz-beim-zelten

Herausgeber

VDE e. V.

Ausschuss für Blitzschutz und Blitzforschung (ABB)

Stresemannallee 15

60596 Frankfurt

www.vde.com/blitzschutz

10/2016

Autoren

Dieses Merkblatt entstand unter Mitarbeit von:

- Hessische Landesfeuerweherschule, E. Alexander
- Hessisches Ministerium des Innern und für Sport, Abteilung Brand- und Katastrophenschutz, G. Bayer
- Landesfeuerwehrverband Hessen, Fachausschuss Information und Kommunikation, H. Friedrich
- Polizei Hessen, Präsidium für Technik, Logistik und Verwaltung, Landesstelle BOS-Funk Hessen, R. Bachhuber
- VDE e.V., Ausschuss für Blitzschutz und Blitzforschung, S. Bonhagen, K.-P. Müller, M. Rock

