

# Elektrische Sicherheit und Blitzschutz für Amateurfunkanlagen

## 1. Schutzmaßnahmen gegen unzulässig hohe Berührungsspannungen

Ziel von Schutzmaßnahmen ist es, Menschen, Tiere und unsere Funktechnik gegen unzulässig hohe Berührungsspannungen zu schützen.

Maximal zulässige Berührungsspannungen sind:

Wechselspannung	50 V bei Menschen	25 V bei Nutztieren
Gleichspannung	120 V bei Menschen	60 V bei Nutztieren

- 1.1 **Schutzisolierung** ist eine Schutzmaßnahme, die durch Schaffung einer zusätzlichen Isolierung zur Betriebsisolierung erreicht wird.
- 1.2 **Schutzkleinspannung** ist eine Schutzmaßnahme, bei der die Betriebsmittel mit einer Spannung von höchstens 50 V betrieben werden.  
Bei der Gewinnung dieser Kleinspannung aus dem 230 V - Netz muß der Trafo unbedingt galvanisch vom Netz getrennt sein.
- 1.3 **Schutztrennung** ist eine galvanische Trennung des Betriebsstromkreises vom 230 V - Hausnetz. Es darf nur ein Verbraucher pro Trenntrafo angeschlossen werden.
- 1.4 **Nullung** ist eine Schutzmaßnahme, die durch die leitende Verbindung zwischen den nicht zum Betriebsstromkreis gehörenden leitfähigen Anlagenteilen und dem geerdeten neutralen Leiter (Null-Leiter) und dem Schutzleiter erreicht wird.  
Wir unterscheiden:  
**Klassische Nullung**, bei der in Verteileranlagen, z.B. Wohnungs- oder Hausverteilungen der Null-Leiter gleichzeitig Schutzleiterfunktion erfüllt, d.h. Null-Leiter und Schutzleiter werden bei fest verlegten Kabeln als eine Ader zur Schuko-Steckdose geführt und erst dort auf die Schutzleiterklemme und auf die Null-Leiter-Klemme geklemmt.  
Die klassische Nullung ist seit 2004 nicht mehr zulässig.  
**Moderne Nullung**, bei der in den Kabeln Null-Leiter und Schutzleiter getrennt geführt werden und auch getrennt am Verbraucher (Schuko-Steckdose) angeschlossen werden.
- 1.5 **Fehlerstrom (FI)-Schutzschaltung** ist eine Schutzschaltung, bei der die Abschaltung der fehlerhaften Anlage spätestens dann erfolgt, wenn ein auftretender Fehlerstrom wenige mA erreicht. Der Fehlerstrom wird über den Schutzleiter zum System Erder/Potentialausgleich abgeleitet.  
Der Fehlerstromschutzschalter FI bzw. RCD arbeitet nach dem Summenstrom-Prinzip, d.h. die Ströme in den Außenleitern L1 (und L2, L3) und im Nulleiter N ergeben in Summe Null. Dies bedeutet, daß im Schutzleiter PE kein Strom fließt. Geschieht letzteres jedoch durch einen Fehlerfall, löst der FI aus.  
Der FI weist drei wichtige Daten auf:
  1. Fehlerstrom, üblicherweise 500 mA, 300 mA oder 30 mA
  2. Anzahl der Anschlüsse:  
230 V: 2 Anschlüsse (L1, N), 400 V: 4 Anschlüsse (L1, L2, L3, N).  
Der Schutzleiter PE wird am FI vorbeigeführt.
  3. Maximaler Laststrom: ca. 40 A. Diese Größe ist entsprechend der Absicherung am Einbauort auszuwählen.Betriebsmäßige Ableitströme der Verbraucher, z.B. Leckströme gegen Erde, müssen berücksichtigt werden. Sieht man den Feldday als „Fliegende Bauten“ an, so ist ein FI mit einem maximalen Fehlerstrom von 30 mA vorgeschrieben.  
Wichtig: Bei Klassischer Nullung auf der Verbraucherseite (N und PE sind verbunden) läßt sich der FI nicht einbinden.  
Die Leiter N und PE müssen separat zum Verbraucher geführt werden. Über die eingebaute Prüftaste in der Feldverteilung muß der FI regelmäßig (bei Fieldday's täglich) überprüft werden.

## 2.0 Potentialausgleich / Erdung

### 2.1 Potentialausgleich

Durch den Potentialausgleich werden alle elektrisch leitfähigen Systeme an zentraler Stelle über die Potentialausgleichschiene miteinander verbunden. Das sind:

- Schutzleiter
- Erdungsleiter
- Blitzschutzterder
- Wasserleitungsrohre
- Heizungsrohre
- Gasleitungsrohre
- Gebäudekonstruktionen aus Metall
- Führungsschienen von Aufzügen

Der *Hauptpotentialleiter* ist die Verbindung zwischen PA-Schiene und Erder. Für Ein- und Zweifamilienhäuser ist ein

Mindestquerschnitt von 10 mm<sup>2</sup> Cu oder 100 mm<sup>2</sup> Fe

erforderlich.

*Potentialausgleichsleiter* als Verbindung zwischen den Anlagenteilen und der PA-Schiene müssen einen

Mindestquerschnitt von 4 mm<sup>2</sup> Cu

haben.

**2.2 Erdung** ist eine leitende Verbindung zwischen den Anlagenteilen und dem Erdreich über die Erdungsanlage. Sinn und Zweck der Erdung ist es, eventuell fließende Ströme (Fehler- oder Blitzströme) möglichst gefahrlos in das Erdreich abzuleiten.

An eine für den Blitzschutz errichtete Erdungsanlage wird auch der Potentialausgleich angeschlossen. Damit wird eine optimale Wirksamkeit des Potentialausgleichs erreicht.

Gleichzeitig wird die Schutzmaßnahme FI in ihrer Funktion unterstützt.

*Achtung:* Wir sprechen bei dieser Erdung von *Schutzerdung* !  
Bitte nicht verwechseln mit einer Betriebserde für Funkgeräte und Antennen.  
Hier wirken ganz andere physikalische Gesetze.

*Eine gute Schutzterde ist nicht immer eine gute Betriebserde für den Amateurfunk!*

**2.3 Erder** sind blanke Leiter, die in das Erdreich eingebettet sind und mit ihm in leitender Verbindung stehen.

Praktisch werden Erder errichtet als:

- Fundament-Erder
- Ring-Erder
- Einzel-Erder

**2.4 Fundament-Erder** werden bei Neubauten vom zuständigen Energieversorger gefordert. Der Fundamenteerder als geschlossener Ring wird in Beton-Streifenfundamenten etwa 10 cm über der Fundamentsohle eingebaut. Er ist mit Beton ummantelt und ständig in feuchter Umgebung. Als Leitermaterial wird verzinkter Bandstahl 30 x 3,5 mm oder 25 x 4 mm verwendet. Der Bandstahl wird hochkant verlegt, um einen besseren Verbund mit dem Beton zu erreichen. Der geschlossene Ring wird in der Nähe des künftigen Stromzählerplatzes als 2 m lange Anschlussfahne aus dem Fundament herausgeführt. Schraubstöße innerhalb des Ringerders sind nicht zulässig. Bei nichtunterkellerten Gebäuden ist der Fundamenteerder in der Regel nicht ausreichend.

**2.5 Ring-Erder** sind sog. Oberflächenerder, die als möglichst geschlossener Ring außerhalb des Gebäudes in mindestens 1,20 m Tiefe verlegt werden. Als Leitermaterial wird ebenfalls verzinkter Bandstahl 30 x 3,5 mm oder 25 x 4 mm verwendet. Der Bandstahl wird hochkant verlegt, um einen besseren Verbund mit dem Erdreich zu erreichen.

Der Erder muß eingeschlämmt und mit bindigem Material (Lehm, Ton) hinterfüllt werden. Ringerder können auch für bestehende Gebäude nachgerüstet werden. An Ringerder können auch Blitzschutzanlagen angeschlossen werden, sofern der Erdungswiderstand von **< 3 Ohm** erreicht wird. Die Mindestlänge des Erders sollte 20 m nicht unterschreiten.

**2.6 Einzel-Erder** kommen dann zum Einsatz, wenn Fundamente oder Ringerder aus verschiedenen Gründen nicht zu realisieren sind, oder wenn eine besonders sichere Erdung mit einem Erdungswiderstand von **< 1 Ohm** erforderlich ist.

Für Einzelerder werden mindestens 10 m tiefe Löcher gebohrt, in die 3 Stück verzinkte Bandstähle 30 x 3,5 mm oder 25 x 4 mm als Bündel eingeführt werden. Bei aggressivem Baugrund sollten Edelstahl-Erder verwendet werden.

Die Bohrlöcher werden dann mit einer Ton-Suspension verfüllt. Einzelerder können mehrfach parallel geschaltet werden, bis ein Erdungswiderstand von **< 3 Ohm** erreicht wird.

Einzelerder können kostenmäßig durchaus mit Ringerdern konkurrieren. Die Tief-Bohrung kann an einer öffentlich gut zugänglichen Stelle erfolgen und ich muß nicht das gesamte eigene Grundstück aufgraben.

Betonfundamente für Funkmasten können als Einzelerder verwendet werden, wenn sie mit Betonstahl bewehrt sind, die Bewehrung verschweißt ist und wenn die Kubatur des unter der Erdoberfläche liegenden Betonkörpers  $> 5 \text{ m}^3$  ist. Anschlußfahnen aus verzinktem Bandstahl 30 x 3,5 mm oder 25 x 4 mm. Der Bandstahl muß an mindestens 4 Stellen mit der Bewehrung massiv verschweißt sein.

Verboten sind:

- Anschlüsse an unterirdische Trinkwasserleitungen
- Anschlüsse an unterirdische Gasleitungen
- Anschlüsse an unterirdische Eit-Anlagen

## 2.7 Erdungswiderstand

Zur sicheren und gefahrlosen Ableitung eines Stromes (Fehler- oder Blitzstrom) in das Erdreich ist ein möglichst niedriger Erdausbreitungswiderstand (kurz Erdungswiderstand) anzustreben.

Der Erdungswiderstand ist im wesentlichen von 3 Faktoren abhängig:

- ⇒ Spezifischer Erdwiderstand (Art des Bodens, Leitfähigkeit, Feuchtigkeit usw.)
- ⇒ Abmessungen des Erders
- ⇒ Anordnung des Erders in Erdreich

Der spezifische Erdwiderstand ist der ohmsche Widerstand eines Quaders von 1 m Kantenlänge des jeweiligen Erdreiches.

Mit Hilfe diverser Formeln, die den spezifischen Erdwiderstand, die Oberfläche des Erders pro m und die vom Ringerder umschlossene Fläche berücksichtigen, kann der Ausbreitungswiderstand des betreffenden Erders hinreichend genau berechnet werden.

Nach DIN VDE 0100 Teil 610 wird für die Erdung kein bestimmter Erdungswiderstand gefordert. Aus Erfahrung sollte jedoch ein Richtwert von **< 3 Ohm** gelten, welches den Werten der alten, nicht mehr gültigen DIN VDE 0190/05.73 entspricht.

## 3.0 Blitzschutz und Überspannungsschutz

### 3.1 Blitzschutz

Als Blitzschutz werden Maßnahmen bezeichnet, die geeignet sind, bauliche Objekte und funktechnische Anlagen gegen die Auswirkung eines Blitzschlages zu schützen.

Blitze sind atmosphärische Entladungen mit Spannungen von bis zu 50 Millionen Volt und Stromstärken bis zu 100.000 Ampere. Das sind gigantische Leistungen, die jedoch nur als Impuls wirken. Dieser Impuls ist jedoch in der Lage, bauliche Objekte in Brand zu setzen und funktechnische Anlagen zu zerstören. Gegen Blitze können wir uns aber schützen.

Wir unterscheiden:

- ⇒ Äußeren Blitzschutz (Gebäudeblitzschutzanlage)
- ⇒ Inneren Blitzschutz (Überspannungsableiter)

### 3.2 Äußerer Blitzschutz

Als äußeren Blitzschutz bezeichnet man die Gesamtheit aller Einrichtungen zum gefahrlosen Abfangen und Ableiten des Blitzstromes in die Erde.

Er besteht aus folgenden Anlagenteilen:

- ⇒ Fangeinrichtung
- ⇒ Ableitung
- ⇒ Erdungsanlage

### 3.2.1 Fangeinrichtung

Sie hat die Aufgabe, die auf den Gebäude bzw. der Antenne eingehenden Blitze einzufangen. Ist für den Blitz einmal ein Pfad gelegt, wird der Blitz seine gesamte Energie über diesen Pfad zur Erde ableiten. Eine Energieverzweigung des Blitzes kennt der Blitz nicht. Er will seinen Pfad. Bevorzugte Einschlagsstellungen sind:

- ⇒ Dachfirste
- ⇒ Giebel- und Traufkanten
- ⇒ Antennen
- ⇒ sonstige herausragende Dachaufbauten

Die Fangeinrichtungen sind spitzenförmige Elemente der Blitzschutzanlage, die zusätzlich mit einem aufgesteckten Abschmelzschutz versehen werden.

Die Fangeinrichtungen müssen an allen bevorzugten Einschlagsstellen angeordnet werden.

**Merke:** Der Blitz kennt die physikalischen Gesetze hervorragend. Wir müssen mit unseren Schutzmaßnahmen immer ein wenig besser sein.

Die Fangleitungen sollten maschenförmig über die gesamte Dachfläche verteilt liegen.

Die Maschenweite darf 10 m x 15 m nicht überschreiten. Kein Blitz-Einschlagspunkt darf weiter als 4 m von den Fangleitungen entfernt liegen.

Die Fangleitungen verlaufen entlang des Dachfirstes und bilden ein Netz bis zu den Dachtraufen. Alle Dachgauben, Schornsteine, Gitterlaufroste, Antennen, Dachrinnen und Abluftauslässe sind an die Fangleitungen anzuschließen.

### 3.2.2 Ableitungen

Sie haben die Aufgabe, die von der Fangeinrichtung eingefangene Blitzenergie auf kürzestem Wege zur Erdungsanlage abzuleiten. Die Anzahl der erforderlichen Ableitungen ergibt sich aus der *Forderung*: Je 15 m Umfang der Dachaußenkante ist eine Ableitung erforderlich.

Die Ableitungen sollen so installiert werden, daß sie möglichst in direkter Verlängerung der Fangleitungen verlaufen.

### 3.2.3 Werkstoffe und Bauteile für den Blitzschutzbau

Wichtigste Kriterien für die verwendeten Materialien und Bauteile bei der Errichtung einer Blitzschutzanlage sind:

- ⇒ Korrosionsbeständigkeit gegenüber Witterungseinflüssen
- ⇒ Korrosionsbeständigkeit gegenüber Grundwasseraggressivität
- ⇒ Vermeidung elektrochemischer Korrosion
- ⇒ Blitzstromtragfähige Ausführung

Als Leitermaterialien für Fangeinrichtungen und Ableitungen kommen zum Einsatz:

- ⇒ Draht aus Aluminium-Knetlegierung (Durchmesser 8 mm)
- ⇒ Kupferdraht Durchmesser 8 mm
- ⇒ Feuerverzinkter Stahldraht (Durchmesser 10 mm)
- ⇒ Edelstahl-Draht (Durchmesser 8 mm)

### 3.3 Innerer Blitzschutz

Als *Innerer* Blitzschutz werden Maßnahmen bezeichnet, die zum Schutz elektrischer Anlagen gegen die Wirkungen des Blitzstromes oder der von ihm erzeugten magnetischen oder elektrischen Felder geeignet sind.

Kernstück des Inneren Blitzschutzes ist der *Blitz-Potentialausgleich*. Dieser beinhaltet das direkte Verbinden der Blitzschutzanlage mit dem oben erläuterten Potentialausgleich und das indirekte Verbinden aller in die bauliche Anlage hineinführenden und abgehenden aktiven Leitern (Adern) von energie- und informationstechnischen Kabeln und Leitungen.

Er hat die Aufgabe, die durch das Fließen des Blitzstromes hervorgerufenen Potential-Unterschiede zu begrenzen und auszugleichen.

Die o.g. indirekten Verbindungen werden mit Überspannungsableitern hergestellt.

Bei komplexen Anlagen, wie sie auch die Wohnung eines Funkamateurs darstellt, z.B. mit

- ⇒ Unterhaltungselektronik
- ⇒ Kommunikationselektronik
- ⇒ Computertechnik
- ⇒ hochsensibler Amateurfunktechnik

zeigt es sich, daß ein herkömmlicher Blitzschutz keine ausreichende Sicherheit bietet.

Bei der Planung und Neuerrichtung von Blitzschutzanlagen setzt sich immer mehr das sog.

### EMV-Schutzzonen-Konzept

durch.

Ausgangspunkt ist es, Räume, (zu verstehen als Volumen) gleichen elektromagnetischen Gefährdungspotentials zu *EMV-Schutz-Zonen (SZ)* zusammenzufassen.

Um EMV-Schutzzonen definieren zu können, ist deren separate Einbeziehung in den Blitzschutz-Potentialausgleich (**PA**) erforderlich, d.h. jede SZ erhält einen separaten PA, der wiederum mit dem Haupt-PA auf kürzestem Wege zu verbinden ist. Die Haupt-PA-Schiene sollte in der Nähe der Gebäudeeinführung für diverse Versorgungsmedien sein, um schon hier die erste Stufe des SZ-Konzeptes wirksam werden zu lassen.

Ziel dieses Konzeptes ist es, die auftretenden Überspannungen stufenweise abzubauen, um sie am Ende auf ein ungefährliches Potential zu bringen.

#### 3.3.1 Schutzzonen

**SZ 0:** außerhalb des Gebäudes; direkte Blitzeinwirkung; keine Abschirmung möglich  
(*Blitzschutz-Zone*)

**SZ 1:** innerhalb eines Gebäudes; energiereiche Spannungsspitzen, hervorgerufen durch Blitzteilströme oder Schalthandlungen im 230 / 400 V - Netz.  
(*Überspannungsschutz-Zone 1*)

**SZ 2:** innerhalb eines Gebäudes; energieärmere Spannungsspitzen als SZ 1, hervorgerufen durch Schalthandlungen im 230 / 400 V - Netz oder elektrostatische Entladungen  
(*Überspannungsschutz-Zone 2*)

**SZ 3:** innerhalb eines Gebäudes; noch geringere Spannungsspitzen als SZ 2, maximal in Höhe der normalen Störspitzen  
(*Überspannungsschutz-Zone 3*)

#### 3.3.2 Einsatz von Überspannungsschutzgeräten

*Blitzstromableiter* zwischen SZ 0 und SZ 1  
Schutzpegel < 6 kV, Ableitvermögen 100 kA

Überspannungsableiter in **SZ 1**, nach dem Blitzstromableiter  
Schutzpegel < 4 kV, Ableitvermögen bis 5 kA

Überspannungsableiter in **SZ 2**, in oder an Steckdosen (sog. Protektoren)  
Schutzpegel < 2,5 kV, Ableitvermögen bis 1,5 kA

Überspannungsableiter in **SZ 3**, integriert im zu schützenden Gerät, Geräteschirmung wirkt zusätzlich  
Schutzpegel < 1,5 kV, Ableitvermögen bis 0,5 kA

### 3.4 Überspannungsschutz

#### 3.4.1 Überspannung

Als Überspannung wird eine Spannung oberhalb der Netzspannung bezeichnet. Sie kann kurzfristig oder ständig auftreten.

#### 3.4.2 Ursachen für Überspannung

Ursachen für Überspannung sind:

- Atmosphärische Entladungen hervorgerufen durch:
  - ⇒ Blitznaheinschlag oder Direkteinschlag (direkte Einwirkung)
  - ⇒ Blitzferneinschlag (indirekte Einwirkung)
  
- Schaltheandlungen, hervorgerufen durch:
  - ⇒ Abschalten induktiver Lasten (Motoren, Drosseln)
  - ⇒ Schalten von Leuchtstofflampen
  - ⇒ Lichtbogenschweißen
  - ⇒ Zu- und Abschalten von leerlaufenden Kabeln und Leitungen
  - ⇒ Prellvorgänge an mechanischen Kontakten
  
- Elektrostatische Entladungen, hervorgerufen durch:
  - ⇒ Reibungsvorgänge zwischen unterschiedlichen Materialien
  - ⇒ trockene Luft und ungeeignete Kleidung
  - ⇒ fehlender Potentialausgleich beim Umgang mit Halbleitern

#### 3.4.3 Überspannungsschutz

Überspannungsschutz sind alle Maßnahmen, mit denen auftretende Überspannungen auf eine für die jeweilige elektrische Einrichtung ungefährliche Höhe reduziert oder begrenzt werden. Die ungefährliche Höhe der Überspannung bezieht sich immer auf die jeweilige *Nenn- (Versorgungs- oder Signal-) Spannung* der zu schützenden Einrichtung.

#### 3.4.4 Bauelemente für den Überspannungsschutz

Bauelemente, die für den Überspannungsschutz einsetzbar sind, müssen spezifische Eigenschaften in Bezug auf:

- Ableitvermögen
- Löschverhalten
- Genauigkeit der Spannungsbegrenzung

aufweisen.

Zum Einsatz kommen:

- Spezielle Funkenstrecken
- Edelgasgefüllte Überspannungsableiter
- Metall-Oxid-Varistoren
- Suppressor-Dioden
- oder Kombinationen aus diesen Elementen

Diese Bauelemente können so gefertigt werden, daß sie für fast alle gängigen Nennspannungen zwischen 5 V DC und 500 V AC einsetzbar sind.

Besagte Bauelemente werden von mehreren professionellen Herstellern gefertigt. Sie sind auch in ihren Parametern vergleichbar.

Man hüte sich davor, besonders für die SZ 1 und SZ 2 mit amateurmäßigen Mitteln zu experimentieren. Dafür gibt es professionelle Technik, die die erforderliche Sicherheit garantiert.

## 4 Blitzschutz für Amateurfunkantennen

### 4.1 Amateurfunkantennen auf Gebäuden mit vorhandenem Blitzschutz

Bei vorhandener Gebäudeblitzschutzanlage ist die Einbeziehung der Antennenanlage recht einfach. Der Antennenmast aus Metall wird auf kürzestem Wege in Höhe des Dachfirstes über zugelassene Blitzschutzrohrschellen mit vorgenanntem Fangleitermaterial (z. B. 8 mm Alu-Knetlegierung) mit der Fanganlage des Blitzschutzes verbunden. Auf keinen Fall dürfen amateurmäßige Schellen, sondern nur professionelle Blitzschutzschellen verwendet werden. Ich empfehle Produkte der Firma Dehn®.

Freistehende Antennenmaste erhalten ihren eigenen Blitzschutz nach Abschnitt 2.6

Für freistehende, nicht leitende Antennenmaste aus Holz oder GUP ist ein verzinkter Stahldraht Durchmesser 12 mm oder ein Kupferdraht mit Durchmesser 8 mm erforderlich. Der Abfangstab sollte mindestens 50 cm über der Spitze der Antenne liegen.

Damit ist dem Blitzschutz bereits genüge getan. Die Koax-Kabel sind gesondert gegen Überspannungen zu sichern. Das Koax-Kabel sollte man entweder im Antennenmast unterbringen oder mit Abstandhaltern von > 15 cm parallel am Mast herunterführen. Auf keinen Fall direkt am Mast direkt befestigen.

Da im Falle eines direkten Blitzeinschlages auch im Antennenkabel eine erhebliche Spannung induziert wird, muß ca. 1,50 m vor dem Funkgerät das Koax-Kabel durch einen Überspannungsableiter geschleift werden. Dies muß übrigens für jedes Kabel separat gemacht werden.

Die Überspannungsableiter werden direkt mit der Potentialausgleichsschiene verschraubt.

Die Potentialausgleichsschiene im Funkraum muß mittels Alu-Erdungsdraht Durchmesser 8 mm direkt mit dem nächstgelegenen Blitzschutzableiter verbunden werden.

Bei den Überspannungsableitern sollte man nicht das billigste Produkt wählen. Sehr zuverlässige Überspannungsableiter fertigt u. a. die Fa. Hofi. ([www.hofi.de](http://www.hofi.de)). Für einen guten Überspannungsableiter muß man schon ≥ 60 Euro bezahlen.

Ein zerstörtes Funkgerät ist aber teurer.

Die oftmals relativ billigen Produkte aus CE (China Export) (siehe Bild 2) empfehle ich **niemals** zu verwenden.

Überspannungsableiter mit PL-Anschlüssen dürfen auch nicht außerhalb des Gebäudes installiert werden. Sie sind nicht witterungsbeständig, und die Kabel werden früher oder später zu Regenwasserleitungen!

Werden die vorgenannten Hinweise ernst genommen, kann man seine Elektronik optimal gegen direkten Blitzschlag und gegen Überspannungen sichern.

### 4.2 Amateurfunkantennen auf Gebäuden **ohne** Blitzschutzanlage

Das ist leider der Regelfall. In diesem Fall muß der Antennenmast aus Metall über einen Blitzschutzableiter aus Alu-Knetlegierung Durchmesser 10 mm direkt mit der Erde verbunden werden. Für die Schellen und Verbinder gilt das Gleiche wie unter 4.1 gesagte. Der Blitzschutzableiter muß außen am Gebäude heruntergeführt werden.

Als Blitzschutz-Erde ist **mindestens** vorzusehen:

- ⇒ Staberder aus verzinktem Stahl von mindestes 3,0 m Tiefe
- ⇒ Banderder aus verzinktem Stahl von mind. 6 m Länge in 1,20 m Tiefe
- ⇒ Für alle anderen Fälle siehe Abschnitt 2.6

Die Koax-Kabel sind ebenfalls durch Überspannungsableiter zu schleifen.

Die Potentialausgleichsschiene im Funkraum ist ebenfalls mit dem Blitzschutzableiter an der Gebäudeaußenhaut zu verbinden.

Da bei Gebäuden ohne Blitzschutz im Falle eines *Direkteinschlages* sehr unterschiedliche Spannungspotentiale im Haus entstehen, kann die Funkanlage auch über die 230 V - Steckdose durch Überspannungen zerstört werden.

Wer seine Funkstelle in einem Gebäude ohne Blitzschutz betreibt, ist gut beraten, wenn er bei Nichtbetrieb die Netzstecker zieht und alle Antennenkabel mechanisch entfernt.

Die Funktechnik wird nicht durch eine Anhebung des Spannungspegels zerstört, sondern immer durch *unterschiedliche* Spannungspotentiale, die an den Geräten entstehen.

Also: Alle Kabelverbindungen vom FuG entfernen und kein Blitzschlag kann dem Gerät etwas anhaben.

## A) Direkter Blitzeinschlag in den Antennenmast.

Der Blitz verhält sich ähnlich dem normalen Strom - er geht immer den Weg des geringsten Widerstandes. Die Spitze des Stahlrohres wird durch den Blitz immer dann gewählt, wenn dieses gut geerdet ist. Wenn das nicht der Fall ist, zündet der Blitz das Gebäude an.

Ein Blitz hat eine Impulsspannung von > 20 Millionen Volt bei einer Impulsstromstärke von mehr als 100.000 Ampere. Wenn man beiden Zahlen mit einander multipliziert, kommt man auf eine Leistung, bei der jeder Blitzableiter sofort verdampfen würde. Er verdampft aber nicht, denn er leitet die Impulsenergie des Blitzes gar nicht wirklich ab.

Der Querschnitt von 10 mm Alu oder 8 mm Kupfer legt für den Blitz nur einen Pfad, um den die Umgebungsluft so stark ionisiert wird, daß die gesamte Blitzenergie im Bruchteil einer Sekunde entlang dieses Pfades sicher in die Erde ableitet.

Dieser Strahl ionisierter Luft (Plasma) um das Metall des Blitzableiters hat einen Durchmesser von 2 - 5 cm und wird nichts entzünden, solange der Erdungsquerschnitt an jeder Stelle der Ableitung einen Widerstand von < 3 Ohm aufweist.

Gute großflächige Kontaktierungen mit Dehn<sup>®</sup> - Verbindern sind sehr zu empfehlen.

Eine Blitzschutzerdung des Antennenmastes ersetzt aber niemals einen kompletten Gebäudeblitzschutz!

## B) Induktionsspannungen in Kabeln

Jeder Blitzschlag induziert in den Leitern der Umgebung eine Spannung, die eine Größe von bis zu 10 kV annehmen kann. Auch im Koaxialkabel wird eine Spannung induziert, die groß genug ist, um ein Funkgerät zu zerstören.

Das ist aber nicht mehr der Blitz, sondern nur noch eine von ihm induzierte Spannung!

Diese Spannung müssen wir unmittelbar vor dem Funkgerät sicher ableiten. Das Koax-Kabel muß dazu weder direkt an der Antenne noch auf dem Dachboden geerdet werden.

Die **Überspannungsableitung** des Koaxkabels gehört 1 m - 2 m vor das Funkgerät im Shack.

(Siehe Bild 1) Hier wird der Überspannungsableiter in das Koax-Kabel eingeschleift und mit sehr großem Drahtquerschnitt mit der Blitzschutzleitung aus 10 mm Alu oder 8 mm Kupfer verbunden.

Immer auf sehr gut leitende Verbindungen achten. Bei einer Überspannung, egal ob infolge eines Blitzschlages oder infolge elektrostatischer Aufladungen, zündet die Pille im Überspannungsableiter innerhalb einer 1/1000 Sekunde und leitet die Energie sicher von Funkgerät weg.

Jedes einzelne Koaxialkabel muß natürlich mit eigenem Überspannungsableiter versehen werden. Bei den Überspannungsableitern sollte man nicht das billigste Produkt wählen.

Sehr zuverlässige Überspannungsableiter fertigt u.a. die Fa. Hofi. ([www.hofi.de](http://www.hofi.de)).

Für einen guten Überspannungsableiter muß man schon  $\geq$  60 Euro bezahlen. Ein zerstörte Funkausrüstung ist aber teurer.

Die oftmals relativ billigen Produkte aus dem CB-Funk-Bereich (siehe Bild 2) sollte man niemals verwenden.

Wenn ich mehrere Tage nicht im Shack bin, ziehe ich trotz vorhandener Blitzschutzanlage und einem Netz-Überspannungsschutz in 3 Ebenen, generell die Netzstecker und schraube die wenigen Antennenkabel und Steuerkabel von den Funkgeräten ab.

*Man lebt dann einfach ruhiger.*

#### 4.3 Verlegung von Kabeln und Leitungen an blitzgefährdeten Stellen

Antennenkabel und andere elektrische Leitungen der Hausinstallation sollten mindestens 60 cm von eventuell blitzstromdurchflossenen Leitern (Blitzableiter) verlegt werden.

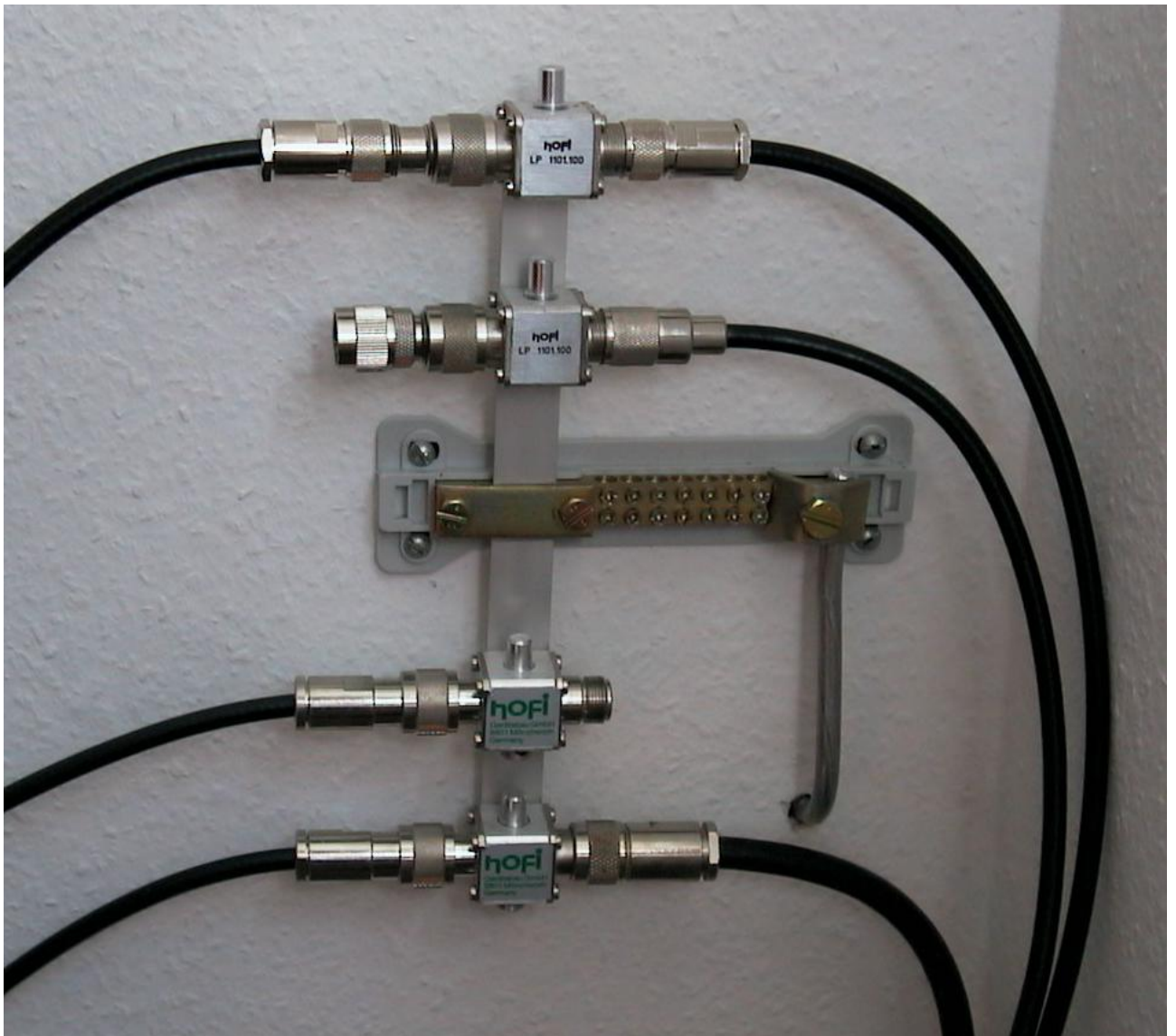
Bekanntlich wird durch ein sich änderndes Magnetfeld in einem elektrischen Leiter eine Spannung induziert. Die Höhe der induzierten Spannung ist abhängig von der Stärke des Magnetfeldes, d.h. abhängig vom fließenden Blitzstrom und dem Abstand der Kabel zu diesem.

Eine räumliche Trennung ist nicht immer zu verwirklichen. In diesem Fall müssen Maßnahmen ergriffen werden, die eine Induktion nicht zulassen oder zumindest stark verringern.

Beispiel:

An einem Antennenmast aus Stahl wird das Koax-Kabel direkt außen am Mast mit Kabelbindern befestigt. Im Fall eines Blitzschlages liegen nun die beiden Leiter, also der blitzstromdurchflossene Mast und unser Kabel im Abstand von wenigen Millimetern nebeneinander.

In diesem Moment wird im Kabel eine Spannung von bis zu 100 kV induziert. Hier läßt sich Abhilfe schaffen, indem man die Kabel im Stahlrohr führt. Im Stahlrohr ist das Magnetfeld nur sehr schwach wirksam und die induzierte Spannung wird beherrschbar.



**Bild 01:**

Erdungsschiene des Autors. Grundlage ist eine handelsübliche Potentialausgleichsschiene aus dem Elektrofachmarkt. Die Schiene ist auf kürzestem Weg mit dem Blitzschutzableiter des Gebäudes verbunden. Die Überspannungsableiter (HoFi) sind auf eine Aluminiumschiene 20 x 4 mm (80 mm<sup>2</sup>) aufgeschraubt. Die Original-Erdungsschrauben der Überspannungsableiter sind für eine 4 mm dicke Aluminiumschiene zu kurz. Sie müssen durch längere Schrauben ersetzt werden. Sie dürfen aber nicht zu lang sein (ggf. abschleifen), da sie sonst die Blitzschutzperle zerdrücken.

Erfahrungsbericht :

Im Sommer 2000 hatte ich einen Blitz-Direkteinschlag in meine Vertikal Cushcraft R 7.

Die Erdung der Funkstelle war wie im **Bild 01** aufgebaut.

Die R 7 aus Aluminium war über den Antennenmast direkt mit dem Gebäude-Blitzableiter verbunden. Die Blitzströme wurden über den Blitzableiter des Gebäudes vollständig abgeleitet. Die Antenne wurde dabei zerstört und von der Versicherung zu 100 % bezahlt.

Die Induktionsströme wurden aber durch die HoFi-Überspannungsableiter vor dem Funkgerät abgeleitet.

Zum Zeitpunkt des Blitzeinschlages waren alle Funkgeräte an die Antennen angeschlossen.

An den Funkgeräten entstand keinerlei Schaden !

Die Perlen in den HoFi-Überspannungsableitern im Wert von wenigen Pfennigen mußten jedoch alle ausgewechselt werden.



**Bild 02:**

So etwas sollte man **niemals** in einer Amateurfunkstation finden. Im Falle einer Überspannung oder gar eines Blitzschlages ist dieses Teil völlig wirkungslos und das angeschlossene Funkgerät wird gnadenlos zerstört.

PL-Verbindungen sind **nicht** wasserdicht. Experimente mit Null-Ringen haben sich nicht als ausreichend und dauerhaft wasserdicht erwiesen. Nach wenigen Jahren werden sie spröde und brechen auseinander. Auch Isolierband kann das Eindringen von Feuchtigkeit nur kurzzeitig hinauszögern.