Erdung, Blitzschutz und Potentialausgleich in BK-, Satellitenempfangs- und terrestrischen TV-Antennenanlagen.

Eine Zusammenfassung für die Praxis im Informationstechniker- sowie im Elektrotechniker-Handwerk von Heinz A. Kleiske.

(Zu beachten sind ab dem 1. Juni 2011 in der Hauptsache die Normen DIN EN 60728-11:2010 (VDE 0855-1:2011-6), VDE 0100, DIN EN 50083-1, VDE 0855-300 (Amateurfunk-/CB- und sonstige Empfangs- u. Sendeantennen-Anlagen bis 1 kW) sowie die VDE 0185-305). Die bisher gültigen Bestimmungen der VDE 0855-1:2005 dürfen noch bis zum 1.10.2013 angewendet werden.
Aktuelle Änderungen bei www.kleiske.de

Auch der erfahrene, eingetragene **Praktiker** ist nicht immer sicher, was als Stand der Technik in Bezug auf die Anwendung von Normen und Vorschriften anzusehen ist. Daher scheint es geboten, die für den Praktiker wichtigsten Punkte herauszustellen. Die deutsche Norm VDE 0855-1 (Juni 2011) ist für diese Thematik derzeit die in der Hauptsache anzuwendende Vorschrift. In der Einleitung wird u.a. der Geltungsbereich und auch die Ausnahmen (Endgeräte, Kabel, Armaturen…) dargestellt. Die Norm definiert unter welchen Umständen Empfangs-Antennenanlagen (ggf. auch mobile Anlagen) mit einer Erdungseinrichtung zu versehen sind, um z.B. bei Blitzeinwirkung Schäden an den Anlage und den angeschlossenen Geräten zu verhindern. In den normativen Verweisen wird u.a. auch auf die VDE 0100-100, VDE 0100-520, VDE 0100-540, VDE 0185-305-2, VDE 0185 305-3 hingewiesen, die für die Anwendung der VDE 0855-1 bekannt sein sollten.
Diese Vorschrift ist nicht für den Blitzschutz von Gebäuden gedacht, trotzdem müssen die diesbezüglichen Bestimmungen der VDE 0185 im Zusammenhang mit der Erdung von Antennen an Gebäuden mit äußerem Blitzschutz bekannt sein und bei Planung und Ausführung berücksichtigt werden.
In Gebäude ein- und ausgehende Kabel, das Antennenstandrohr und sonstige Komponenten der Antennen- oder BK-Anlage sind immer in den Potentialausgleich der elektrischen Anlage einzubeziehen. Speziell die Bestimmungen der VDE 0100-xxx mit ihren grundsätzlichen Aussagen zu Erdung und Potentialausgleich muss daher bei Elektrofachkräften neben diversen anderen in die Überlegungen und Maßnahmen einbezogen werden.

Getrennt zu betrachten sind zunächst:

1. die Aufgaben des **Potentialausgleichs** zur Vermeidung von für Personen und Sachen gefährlichen Spannungsdifferenzen zwischen z.B. dem Kabelnetz oder Betriebsmitteln einer Anlage und metallenen/leitenden Teilen im Gebäude -
2. die Aufgabe der **Erdung** einer Antennenanlage zur Minimierung möglicher Auswirkungen auf Sachen und Personen durch Blitzeinschlag -
3. die Aufgaben des **Blitzschutzes** gemäß VDE 0185, der zum Schutz von Gebäuden, Personen, elektrischen/ elektronischen Anlagen, sowie Versorgungsleitungen installiert wird.

Interessant sind in im Rahmen der Errichtung von Antennen- u. BK-Anlagen die Aufgaben 1. und 2. sowie Aufgabe 3., sofern ein äußerer Blitzschutz am Gebäude vorhanden ist.

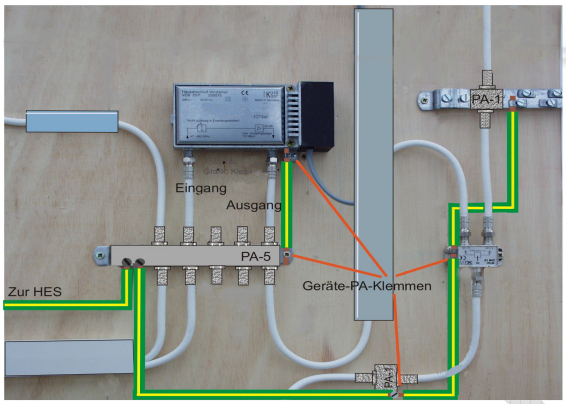
Zu 1. **Der direkte Potentialausgleich (PA)** in Antennen- und BK-Anlagen mit elektrischen Komponenten (z.B. dem angeschlossenen TV Gerät, Receiver, Multischalter, dem BK-Verstärker usw.) ist gemäß VDE 0855-1, 6.1 **immer erforderlich!** Mittels z.B. PA-Winkeln in F-Technik (Abb.) soll dafür gesorgt werden,

Grafik: Kleiske

dass Potentialunterschiede zwischen Betriebsmitteln der Anlage, berührbaren Leitungsteilen, metallenen Komponenten oder sonstigen fremden leitfä-

www.kleiske.de

higen Teilen durch Spannungsverschleppungen von im Fehlerfall spannungsführenden Teilen einer elektrischen Anlage vermieden werden. Auch wenn es bei Schutzklasse I und II solche Sicherheitsprobleme nicht geben dürfte, könnte doch z.B. ein Receiver in den z.B. eine Nadel hineingefallen ist, über das Gehäuse und die Ant.-Buchse eine gefährliche galvanische Verbindung zum Kabelnetz herstellen. Durch Isolations- oder sonstige Fehler oder zu hohen Ableitströmen an Geräteanschlüssen, über Rohre, Abschirmmäntel von Koaxialkabeln oder



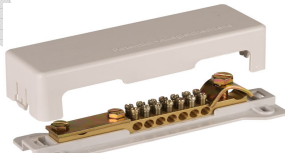
sonstige metallenen Verbindungen übertragenen Spannungen gegenüber einem anderen Potential sollen immer sicher vermieden werden.
Durch die ggf. auch vermaschte Verbindung von Heizungs-, Wasser- und sonstigen Installationsrohren untereinander mit 6-25 mm² Kupferdraht (je nach Querschnitt der Schutzleiter) und Anschluss an die HES, und dem weiteren Anschluss der Koaxialkabelabschirmungen, der Metallgehäuse von Verstärkern, Multischaltern, passiven Verteilern sowie sonstigen Geräten und des Antennenstandrohres mit min. 4 mm² Kupferdraht (grün/gelb) (ggf. nur 2,5 mm² bei geschützter Verlegung) an die dafür vorgesehenen PA-Anschlussklemmen und PA-Schienen, werden diese Potentialdifferenzen verhindert, da ja somit alle PA-Leitungen im Hausanschlussraum zentral mit der **Haupterdungsschiene (HES)** eines Gebäudes verbunden sind. Heizungsrohre, Wasser- und Gasrohre selbst dürfen als PA-Leiter nicht verwendet werden!
Bei BK-Anlagen ist dieser PA direkt hinter jedem Hausübergabepunkt vorzunehmen, kann aber auch direkt z.B. am BK-Verstärker oder sonstigem Gerät vorgenommen werden.
Der Schutz muss auch bei ausgebauten Komponenten zum Schutz des ggf. daran arbeitenden Personals erhalten bleiben, daher sind Ein- und Ausgänge - lt. Normenstand 2011 leider immer noch - ggf. auch nur vorübergehend mit PA-Maßnahmen zu versehen!
Die gelegentlich, im Falle der temporären Funktionserdung“ erwähnten, **„Erdungsspinnen“,** sind i.d.R. einzelne **„Bastellösungen“** und nicht zu empfehlen! Im Extremfall eines Netzstroms auf dem Kabelschirm würde z.B. ein LS-Schalter B16A in der geforderten Abschaltzeit von ≤ 0,4 Sek. mit dem dazu nötigen Strom von 5 x 16 A = 80 A ggf. nicht auslösen! Bei den vielen Leitungen an Verteilkomponenten in Kopfstellen müssten ggf. auch mehrere solcher „Hilfsmittel“ zum Einsatz kommen und Kabelschirme sicher kontaktieren, was über die metallenen Gehäuse einiger Kompressionsstecker nicht bei allen Fabrikaten zuverlässig gesichert ist. Zusätzlich müssten die einzelnen Innenleiter zuverlässig gegen Berührung isoliert werden.
Sofern in größeren Anlagen mit mehreren räumlich getrennten Erdungsanlagen zum Teil nicht unerhebliche Ausgleichströme aus z.B. anderen Gebäudeteilen einer Wohnanlage zustande kommen, kann es nötig sein zusätzliche PA-Leitungen (16 mm² Cu) zur Entlastung der Kabelschirme von Ausgleichsströmen zu verlegen und direkt mit der HES zu verbinden.
Der Hinweis in der 0855-1:2011-06, 11.1 auf Installationen in nur einer „einzelnen Wohneinheit“ mit der Definition der Summe aller Geräteableitströme < 3,5 mA bezieht sich allein auf die Blitzschutzerdung, die hier nicht

durchgeführt werden muss. Das ist m.E. bei einer Vielzahl von Geräten nicht praxisnah, da die Summe der Ströme zu einem späteren Zeitpunkt fehlerbedingt oder durch hinzu gekommene Geräte den Wert von 3,5 mA übersteigen könnte. **Der PA nach 6.1 ist nicht entbehrlich geworden!**

Galvanische Trennung. Auch der Einsatz von galvanischen Trenngliedern für z.B. eingehende BK-Leitungen ist im Zusammenhang mit Überspannungsschutz-Komponenten zum Schutz des Trenngliedes möglich.

Sofern ein- und ausgehende Leitungen mit galvanischen Trenngliedern versehen sind, oder wenn Teilnehmer-Anschlussdosen mit galvanischen Trennelementen für den Innen- **und** äußeren Leiter vorhanden sind (in Deutschland eher selten der Fall), müsste bei einer Teilnehmerstichleitung ggf. gar kein PA erfolgen. Da jedoch anzunehmen ist, dass ein Bewohner im Störungsfall in Eigenregie eine galvanisch getrennte Dose gegen eine handelsübliche, galvanisch gekoppelte austauscht, ist auch hier größte Vorsicht geboten.

Haupterdungsschiene. In der Praxis ist die HES die Sammelschiene einer elektrischen Anlage, an der neben dem PEN-Leiter des Energieversorgers auch die PA-Leitungen von Wasser- und Heizungsrohren und die Anschlussfahne des Fundamenterders elektrisch und mechanisch sicher angeschlossen sind. Hier müssen auch die Potentialausgleichsleitung der Antennenanlage und/oder des BK- Anschlusses sowie ggf. vorhandene weitere PA-Leitungen angeschlossen werden. Durch diese zentrale Zusammenschaltung können keine gefährlichen Spannungen mehr zwischen zwei Kabeln, Rohren, Geräten, anderen fremden leitfähigen Teilen o.ä. auftreten. Auch die notwendige PA-Leitung vom Antennen-Erder zur HES muss hier angeschlossen werden, da zwischen dem Anschluss des **Fundamenterders** an der HES und einem zusätzlich eingebrachten, externen Erder im Ernstfall enorme Potentialdifferenzen auftreten könnten.



Diese Leitung sieht man in der Praxis so gut wie nie, sie ist aber sowohl als Bestandteil des PA, als auch der Erdung zu betrachten. Sie sollte mit 16 mm² Cu in Erdnähe vom Erder zur HES geführt werden, da sich hier ggf. Blitzströme unsymmetrisch auf Fundamenterder und Antennenerder aufteilen.

Diese Verbindung soll im Falle eines Blitzeinschlages gefährliche Schritt- und auch etwaige Berührungsspannungen im Bereich zwischen Fundamenterder und dem Kreuzprofilerder außerhalb des Hauses verhindern. **Achtung**, bereits geringe elektrochemisch bedingte Potentialdifferenzen zwischen diesen beiden Erdern (ca. 1 V zwischen Zink in Beton und Zink in Erde) führen durch den resultierenden Ausgleichsstrom zur galvanischen Zersetzung des externen Erders, weshalb hier eine Trennfunkenstrecke (TFS) (Abb.) eingebaut werden sollte, die bei einem Blitzeinschlag niederohmig wird, aber ansonsten galvanisch trennt (Die TFS ist keine Forderung der VDE 0855-1, wird aber lt. VDE 0185-305-3 empfohlen).

Ungünstig installierte PA-Leitungen können durch induktive Einkopplungen zu Bild- u. Tonstörungen, z.B. bei HF, NF-, Video- oder Datensignalen, aber auch an den Enden der Schleife durch hohe induzierte Spannungen zur brandgefährlicher Lichtbogenbildung führen. Daher sollte man bei der Verlegung die durch Leitungen einge-

www.kleiske.de

schlossene Fläche durch parallele Verlegung möglichst klein zu halten.
Netz-Systeme. Grundsätzlich sollten sich Elektrofachkräfte über die Probleme des PA in den heute vielfach vernetzten elektrischen Systemen Gedanken machen und wissen, dass z.B. ein TN-C System mit nur 4 Leitern und einem gemeinsamen PE- und N-Leiter in informationstechnischen Anlagen Probleme wegen der Verschleppung von PEN-Leiter Strömen bereiten kann und daher das 5-Leiter TN-S/ TN-C-S-System bevorzugt werden sollte.

Zu 2. **Die Erdung** ist für den Schutz einer Antenne oder sonstigen, im ungeschützten Bereich eines Gebäudes angebrachten leitfähigen, ggf. elektrischen Anlage vorgeschrieben. **Antennenanlagen sind elektrische Anlagen!** Auch die uns nur am Rande interessierenden Edelstahlschornsteine für nachträglich eingebaute Kamine müssten demnach geerdet werden, und müssen in jedem Fall mittels Kupfer 16 mm² an der HES in den PA des Gebäudes einbezogen werden. Diese Abgasrohre befinden sich i.d.R. in einem ungeschützten Bereich, so dass Blitze u.U. bei Nichterdung über gefährliche Lichtbögen durch zu geringe Trennungsabstände ins Haus gelangen und zu Bränden oder sonstigen Schäden führen könnten. Auch hier wird in der Praxis (s. Foto) bereits das Fangstangenprinzip angewendet. Antennenanlagen auf dem Dach oder in der Dachfläche, egal wie hoch oder wie tief sie angebracht sind, sind in jedem Fall bis auf nachfolgend beschriebene Ausnahme mit einer Erdungsanlage zu versehen.

Neu – jetzt Risikoberechnung:

Ist bei Gebäuden ohne Blitzschutzanlage/LPS (Lightning Protection System) eine solche Berechnung gemäß VDE 0855-1:2011-06/11.2.3.1 zur Bewertung des tatsächlichen Risikos auf Basis der Gebäudedaten, der Gefahr für Leib und Leben, Verlust öffentlicher Dienstleistungen, Verlust kulturellen Erbes, der durchschnittlichen Gewittertätigkeit und weiterer Parameter konkret erfolgt, ergibt sich ggf. ein geringeres Blitzeinschlagrisiko **R** als das gerade noch „zulässige Risiko“ $\mathbf{R_T}$ für den berechneten Einzelfall ($\mathbf{R < R_T}$).
Wird eine solche Einzel-, oder auch GA-Anlage auf ein einziges Gebäude beschränkt, ist eine Blitzschutzerdung nicht vorgeschrieben, wird aber trotzdem dringend empfohlen.

In der Norm wird aber auch klar gesagt, dass wenn Daten zur Risikobewertung nicht verfügbar oder anwendbar sind, der Mast geerdet und die Kabelschirme - wie schon immer - in den PA einbezogen werden müssen.
Wer sich mit dem Flussdiagramm zur Auswahl eines geeigneten Verfahrens gemäß Bild 9 der Norm befasst, muss erkennen, dass Erdung und PA so komplexe Themen geworden sind, dass sie sich nur durch gezielte Fortbildung beherrschen lassen.
Der Praktiker sollte demnach besser auf „Nummer sicher“ gehen, und wie bisher eine fachgerechte Erdung und immer den PA herstellen!
Die neue Norm erwähnt aus guten Gründen auch die Hinzuziehung einer Blitzschutzfachkraft bei Vorhandensein eines äußeren Blitzschutzes und die normenkonforme Überprüfung der Wirksamkeit des LPS nach erfolgter Installation einer Antennenanlage.

Haftungsfragen. Im Regressfall vor Gericht wird der Elektrofachmann von

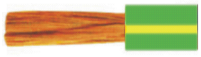
Sachverständigen mit dem Stand der Technik zum Zeitpunkt der Errichtung einer Anlage konfrontiert und hat ggf. schlechte Karten, wenn er eine **Neuanlage** nicht normgerecht errichtet hat. Im Falle der **Reparatur** einer bestehenden Anlage sollte er den Auftraggeber, der als Eigentümer und Betreiber seiner elektrischen Anlage selbst dafür verantwortlich ist, über den nicht normgerechten Zustand und die Pflicht zur Einhaltung der einschlägigen Vorschriften unterrichten. Selbst wenn Wettbewerber dieses unterlassen sollten, und sich ggf. einen scheinbaren Vorteil verschaffen könnten, sollte man hier konsequent sein, und sich ggf. die erfolgte Aufklärung über mögliche Folgen zur eigenen Sicherheit schriftlich bestätigen lassen. Nebenbei lässt sich mit einer fachlich fundierten Beratung zum Schutz von Leib und Leben, Sachwerten, Datenbeständen usw. Geld verdienen, so dass sich eine engagierte Argumentation zur Erlangung des Zusatzauftrages lohnt.

Bauteile. Ein oft verwendeter vertikaler Kreuzprofilerder (Abb.) muss **2,5 m** lang, ein ggf. anderer Staberder muss bei gleicher Länge einen Mindestquerschnitt bei Kupfer von 50 mm² und bei Stahl von 80 mm² aufweisen! Für den Fall eines zu harten Bodens sind statt eines 2,5 m Erders zwei mit 1,5 m Länge im Abstand von ca. 3 m, oder ein Horizontalerder mit 5 m Länge in den Boden einzubringen. Der Erderkopf, bzw. der Horizontalerder sollte wegen der höheren Bodenfeuchte und dem auch bei Trockenheit und Frost dauerhaft geringeren Erdwiderstand min. 50 cm unter der Oberfläche liegen, und ist im Abstand von 1 m vom Fundament, außerhalb des

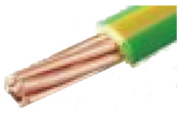
Gebäudes, ins Erdreich einzubringen. Ein einzelner 2 m, oder 1,5 m langer Kreuzerder ist nicht erlaubt, auch wenn er einfacher zu verarbeiten ist. Alternativ können die seltener benutzten Band- oder sonstigen Erder entsprechend der VDE 0855-1 verwendet und fachgerecht verlegt werden.
Wasserleitungsrohrnetze u.ä. sind als Erder **in keinem Fall** zulässig, da bei Kunststoffrohren die Verbindung zum Erdreich fehlt. Im Erdreich liegende, z.B. metallene Rohrnetze o.ä. sind als Erder jedoch generell zulässig, sofern die normgemäßen Mindestbedingungen für Erder eingehalten werden.

Als Erdungsleiter (EL) ist z.B. 16 mm² Kupfer, blank oder isoliert, als **massiver Volldraht** geeignet. Auch wenn die Beschaffung des Volldrahtes gelegentlich Schwierigkeiten macht – man sollte ihn verwenden, obwohl nach neuer Norm nur noch ein…

…Erdungsleiter in **feindrähtiger** Ausführung (z.B. H07V-K xx) **nicht erlaubt** ist,



was z.B. den grobmehrdrähtigen (z.B. H07V-R xx) nicht mehr ausschließt.



Cu-Volldraht (z.B. H07V-U xx) **ist vorzugsweise als 1. Wahl deshalb einzusetzen**,

weil sich die grob- oder feindrähtigen Leiter im Falle der Durchströmung mit Blitzströmen im dreistelligen Kilo-

Ampere-Bereich in Wohlgefallen auflösen könnten, wenn ggf. nicht sichergestellt ist, dass alle Einzeldrähte - auch beim Anschluss mit Hilfe von „normalen“ 100-kA Kabelschuhen - zuverlässig erfasst wurden. **Bandschellen** (Abb.) sind ggf. gar

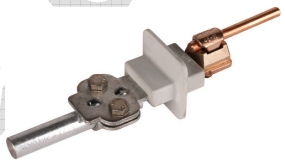
nicht für Blitzstrom (100 kA-10/350 µs) oder nur in Kombination mit Massivdraht zugelassen! Als wichtiger, ob massiv- oder mehrdrähtig, haben sich im Labor die korrekte Verlegung und Befestigung der Erdungsleitung sowie die Einhaltung der Anzugsdrehmomente erwiesen. Auch Aludraht mit 25 mm² - in isolierter Ausführung - oder 50 mm² Stahl, verzinkt (8 mm Runddraht), ist zugelassen. Die

normative Grundlage hierfür ist die EN 50164-1/-2, bzw. die für Blitzschutzbauteile zuständige deutsche Norm VDE 0185-201, in der für Drähte, Anschlussbauteile wie **Kreuzverbinder** (Abb.) usw. deren Tragfähigkeit für Blitzstrom von min. 100 kA (10/350 µs) gefordert wird.

Erdungsleiter sollten nicht zu dicht (ggf. Trennungsabstand **„s“** berechnen!) neben anderen elektrischen Leitungen oder metallenen Rohren liegen, da im Falle der Blitzstromableitung zerstörerische Spannungen in den ggf. parallel laufenden Leitungen induziert werden könnten oder folgenschwere Funkenüberschläge möglich wären.

Der EL ist auf kürzestem Weg, möglichst senkrecht, nicht durch Räume mit leicht brennbarem Material und möglichst außerhalb des Gebäudes z.B. mit Pfannen- oder Flachdachbefestigungen zu einem - auch möglichst außerhalb des Gebäudes gelegenen - Erderanschluss zu führen. Zunehmend sollten die Fundamenterder auch außen liegende Anschlusspunkte bekommen, die dann optimal zu nutzen wären.

Korrosion. Verbindungen eines Kupfer-EL mit dem verzinkten Kreuzprofilerder sind wegen der elektrochemischen Reaktion (Spannungsdifferenz zwischen verschiedenen Materialien) zu vermeiden, oder so herzustellen, dass z.B. durch Verwendung von Korrosionsschutzbinden (Abb.) und geeigneten Zweimetall-Trennlagen eine Elektrolytbildung (durch Eindringen von Erdfeuchte) innerhalb der Anschlüsse verhindert wird. Die Verarbeitung dieser Binde nimmt man wegen der nötigen sorgfältigen Verschmierung mittels Einmalhandschuhen vor, so dass sich die Binde an Erderanschlussklemme, den Erdungsleiter und die Erderanschlussfahne hermetisch anschmiegt und ein Eindringen von Feuchtigkeit sicher verhindert wird. Die Verwendung von **V4A-Material,** oder spezielle Zweimetall-Verbinder **verhindern** am wirksamsten die zerstörende **Korrosion** und damit die



völlige Unwirksamkeit der Erdung nach bereits wenigen Jahren. **Als „natürliche Erdungsleiter“ - nicht als Erder -** verwendet werden können auch **metallene Strukturen eines Gebäudes,** sofern sichergestellt ist, dass 1. keine isolierenden Teilstücke vorhanden sind (Widerstand mit dafür zugelassenem VDE-Messgerät messen), dass 2. die Verbindung durch zugelassene Verbindungsarten dauerhaft hergestellt werden kann und 3. die Abmessungen den Standardabmessungen für Erdungsleiter entsprechen. Gasrohrleitungen sind wegen der Explosionsgefahr im Falle eines Blitzeinschlages genauso wenig zugelassen wie Wasserrohre, die häufig durch isolierende Teilstücke die Anforderungen nicht erfüllen. Verwendet werden können ggf. auch Stahlskelette die mit zugelassenen Bauteilen und Methoden elektrisch und mechanisch sicher verbunden werden. Auch zulässig verbundene und ausreichend dimensionierte Metallfassaden und Unterkonstruktionen sind geeignet, müssen aber mindestens 0,5 mm dick sein und den üblichen Anforderungen hinsichtlich der Verbindungen entsprechen.

www.hensike.de

Metallene Installationen wie Regenfallrohre und Dachrinnen sind als Erdungsleiter dann erlaubt, wenn sie z.B. hartverlötet, geschweißt, verschraubt o.ä. und nicht nur gesteckt sind. Selbstverständlich muss dann das untere Ende des Fallrohrs auch über eine **Fallrohr-Band-schelle** (Abb.) mit wirksamer Fläche von min. 100 cm² über einen Erdungsleiter an den Erder angeschlossen werden.

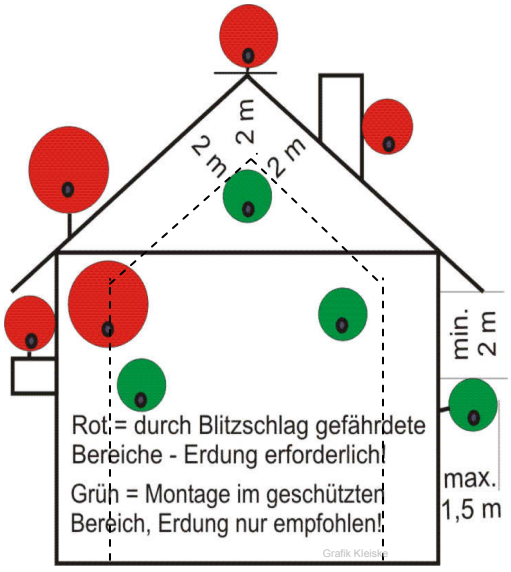
Als *Erdungsleiter* darf nicht verwendet werden der bei Neubauinstallationen häufig vorzufindende grüngelbe 16 mm²-Kupferdraht, der i.d.R. zu Zwecken des PA von der HES bis hoch unters Dach gelegt wurde. Für diesen Zweck hätte allerdings auch 4 mm² Cu genügt. Die Antennenbauer finden das toll und glauben, dass dieser grün-gelbe Draht wegen des 16 mm² Querschnitts der Erdungsleiter sei und bereits an einem geeigneten Erder endet. Da wir meist nicht wissen, wo und wie dieser Draht verlegt wurde - er dürfte für Erdungsleiterzwecke nämlich nur senkrecht auf kürzestem Wege, möglichst außerhalb eines Gebäudes, mit angemessen großen Biegeradien zum Erder (auch Fundamenterder) führen. Er sollte nicht zu dicht parallel oder gekreuzt zu nahen Leitungen, und nicht durch Räume geführt werden, die ggf. leicht brennbare Stoffe enthalten.

PE- und Neutralleiter der Stromversorgungsanlage sowie jegliche Kabelschirme sind als Erdungsleiter grundsätzlich ausgeschlossen.

All dieses ist für den Zweck des Potentialausgleichs nicht zu beachten, so dass wir diese Leitung evtl. nur zum Zwecke des PA der ankommenden und abgehenden Koaxialkabel und der elektrischen Geräte (Verstärker, Multiswitch, ggf. Standrohr usw.) nutzen sollten. Hier muss die Elektrofachkraft - entsprechend der nachvollziehbaren Leitungsführung und sonstiger Fakten vor Ort - selbst verantwortlich entscheiden. (Hier gilt es Schleifenbildungen zu vermeiden!)

Keine Erdung benötigen Antennen, die innerhalb eines Gebäudes angebracht sind, oder aber außerhalb eines Gebäudes im geschützten Bereich liegen. Gleichwohl wird auch im geschützten Bereich eines Bauwerks lt. VDE 0855-1 der Kabelschirm-PA empfohlen. Im geschützten Bereich befindet sich eine Antenne, wenn z.B. die äußersten Kanten mindestens 2 m von allen Dach- und Gebäudekanten entfernt sind, und das äußerste Ende z.B. des LNB nicht weiter als 1,5 m von der Hauswand weg ist. Eine Dachkante kann die Dachrinne längs eines Satteldaches, die kurze Dachrinne oben am Krüppelwalmdach, aber auch die Dachhautkante eines Flachdaches ohne eine Dachrinne und auch das Firstende an den Giebeln eines Hauses sein. Wenn man bequem vom Balkon aus eine Sat.-Anlage installieren möchte, muss darauf geachtet werden, dass die mehr oder weniger steil geneigten Dachkanten rechts und links an den Giebelseiten eines Satteldachhauses und die Dachkante oben auch mindestens 2 m entfernt sind.

Der Abstand von 2 m sollte, obwohl nach Norm nicht gefordert, sogar von senkrechten Gebäudekanten eingehalten werden, da Blitze mit zunehmender

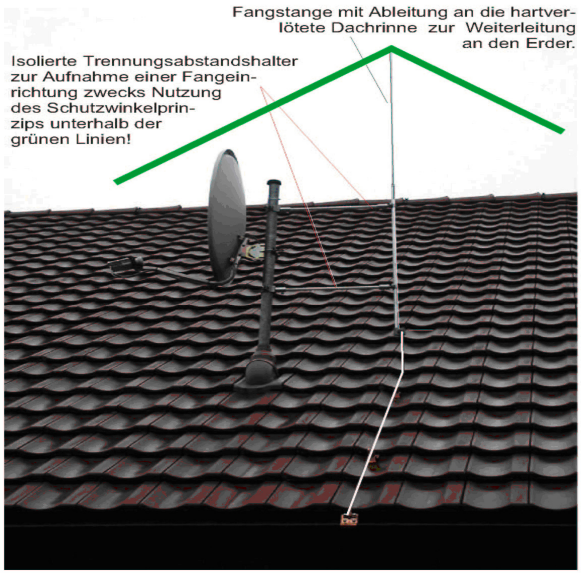


www.kleine.de

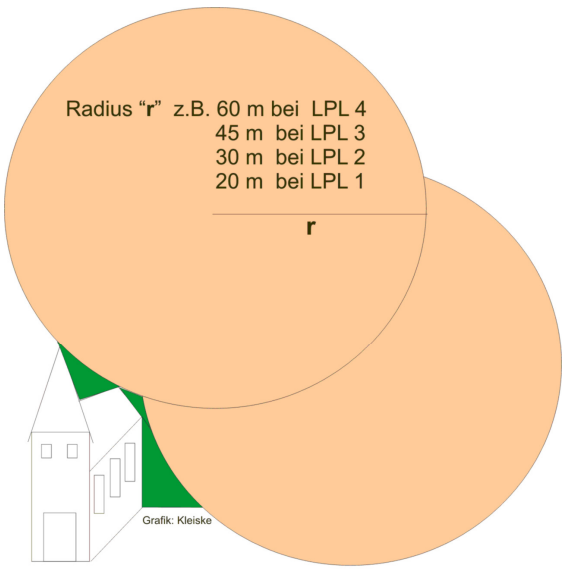
Höhe von Gebäuden (> 45 m) auch seitlich wirksam werden könnten. Die genannten Maße ergeben sich aus der Annahme, dass sich bei üblichen Gebäudehöhen von den Gebäudekanten ausgehend ein Schutzwinkel von ca. 48 Grad bei ca. 20 m Höhe (LPL III) ergibt, unter dem die angebrachten Anlagenteile vor direktem Blitzeinschlag relativ sicher sind.
Satelliten- u. sonstige Antennen sollte man nach alledem, sofern bauseits möglich, im geschützten Bereich eines Gebäudes anbringen.
Aber auch in diesem Fall empfiehlt die VDE 0855-1 dringend den nur mit Werkzeug zu lösenden Anschluss der Kabelschirme und sonstiger leitfähiger Teile an den PA, ggf. lt. EN 60728-11/VDE 0855-1 auch durch den Kabelschirm selbst, sofern dessen Gleichstromwiderstand < 5 Ohm bis zum nächsten PA-Punkt (oder auch Schutzleiteranschluss/PE) ist. Da für diesen PA min. 2,5 mm² bei geschützter Verlegung, sonst 4 mm² Querschnitt gefordert wird, sollte man hier genau prüfen, ob der nächstbeste PE-Anschluss dafür wirklich geeignet ist.

3.) Nun zur **VDE 0185**, die dann berücksichtigt werden muss, **wenn am Gebäude ein äußerer Blitzschutz vorhanden ist**. Diese Norm stellt den Stand der Technik dar und empfiehlt, dass z.B. metallene Dachaufbauten, Kühlanlagen, Mobilfunkanlagen, Sat.-Antennen usw. nicht direkt geerdet werden! Diese sind vielmehr vorzugsweise - bis auf örtlich bedingte Ausnahmefälle - mit einer isolierten Fangeinrichtung zu schützen, die den derzeit besten Schutz von Sachen und Personen bietet. Diese Fangeinrichtung ist dann mit Hilfe einer Blitzschutzfachkraft mit dem äußeren Blitzschutz des Hauses zu verbinden und der Erhalt der Funktion des Blitzschutzes nach der Montage zu prüfen.
Entsprechend der Höhe der Fangeinrichtung in Verbindung mit der erforderlichen Blitzschutzklasse ergeben sich gemäß der Tabelle der VDE 0185-305-3/5.2.2 unterschiedliche **Schutzwinkel**. Im Schutzwinkel eines äußeren Blitzschutzes, z.B. an einem hohen Kirchturm (nur kleiner Schutzwinkel), wären theoretisch alle Anlagen innerhalb des resultierenden **Schutzkegels** ohne zusätzliche Kosten geschützt.

In der VDE 0855-1/11.2.1 werden Lösungen für verschiedene Konstellationen zum Schutz von Antennenanlagen vor atmosphärischen Überspannungen und die anzuwendenden Normen aufgezeigt. Dazu gehörende Skizzen machen beispielhaft deutlich, wie in der Praxis vorgegangen werden kann.



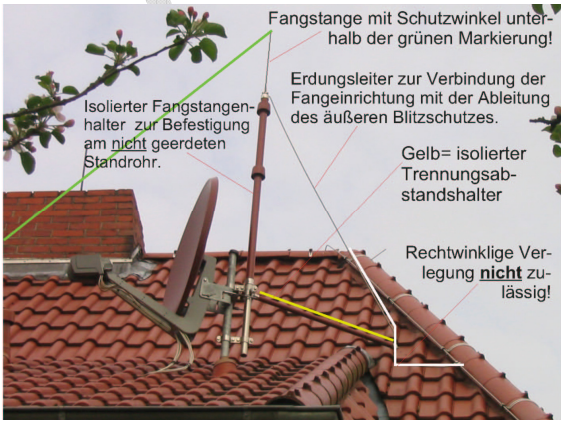
Geschützter Bereich unterhalb des grünen Winkels!



Wenn die theoretisch durch die angelegte Kugel berührbaren Punkte korrekt mit Fangeinrichtungen versehen werden, sind die grünen Bereiche darunter vor Einschlägen geschützt!

Muss man bei hohen und komplizierteren Bauten statt des Schutzwinkelverfahrens das „**Blitzkugelverfahren**“ mit Kugelradien der Blitzschutzklassen LPL I–IV anwenden, würde man hier jedoch ggf. zu anderen Ergebnissen kommen, da sich hier der Schutzbereich vom Gebäude ausgehend bis an die z.B. mit Fangstangen ausgestatteten Berührungspunkte der modellmäßig an das Gebäude angelegte oder über das Gebäude gerollte Kugel erstreckt. Dieses Verfahren ist für alle Gebäudeformen, speziell aber für komplizierter gebaute Gebäude geeignet. Nähere, umfangreiche Angaben findet man im Wortlaut der VDE 0185!

Im Idealfall würde ein Blitz bevorzugt in die angebotene Fangeinrichtung schlagen, und über den möglichst außerhalb des Gebäudes verlegten Erdungsleiter (Kupfer-Volldraht ≥ **50 mm²**) gefahrlos in die Erde abgeleitet und dort verteilt werden, sofern denn der Erdungsleiter nicht so ungünstig, wie bei genauerer Betrachtung des obigen Bildes zu sehen, rechtwinklig abgeknickt verläuft, und der Blitz an dieser Stelle sicher nicht korrekt zur Erde abgeleitet wird, und stattdessen ggf. unter Erzeugung eines gefahrbringenden Lichtbogens unkontrolliert abspringt. Gefährlich ist es auch, wenn der zu berechnende **Trennungsabstand „s“** zu elektrischen Einrichtungen und leitfähigen Installationen nicht eingehalten wird und mögliche Lichtbögen zu Bränden führen können. (VDE 0185-305-3)



Ungeerdetes Standrohr mit isolierter Fangstangenhalterung und aufgesetzter Fangstange mit Anschluss an den äußeren Blitzschutz. Zusätzlicher, isolierter Trennungs-Abstandshalter für den EL, wobei der EL nicht im rechten Winkel, sondern nur mit einem angemessenen Biegeradius an die Ableitung herangeführt werden darf.

Die entsprechend des berechneten Winkels im kegelförmigen Schutzbereich darunter befindliche Antenne oder sonstige elektrische oder metallene Einrichtung (Klimaanlage, Lüftungsmotor u.ä.) würden nicht beschädigt werden, Blitzströme oder größere Teilströme nicht in die Anlage gelangen, Komponenten und angeschlossene Endgeräte nicht beschädigt werden. Es sollte ja das Ziel unserer Erdungsmaßnahmen sein, dass materielle oder gar Personenschäden durch Blitzeinwirkung verhindert werden. Die Empfehlungen der anzuwendenden VDE 0855-1 lassen das Eintreten der Blitzspannungen in die Anlage und deren Weiterverbreitung über das Koaxialkabelnetz und den PA-Leitungen noch zu und können nur größere Schäden an Anlagen u. Gebäuden verhindern. Bei Anwendung der VDE 0185 bleibt der Blitz jedoch draußen, Endgeräte in der Regel intakt, teurer Ausfall von Technik (EDV in Produktionsanlagen) wird vermieden. Der Potentialausgleich muss bei Anwendung dieser Norm - wie sonst auch - VDE-gemäß installiert werden. Auch bei den bereits benannten Edelstahlabgasrohren sollte nicht anders verfahren werden, da der Sachverhalt ähnlich dem bei einer Antennenanlage ist.

Selbst wenn kein äußerer Blitzschutz vorhanden ist, sollte nach diesen Erkenntnissen eine isolierte Fangeinrichtung nach VDE 0185 der herkömmlichen Erdung nach VDE 0855-1 vorgezogen werden, da mit isolierter Fangeinrichtung die PA-Leitungen, Koaxialkabel und Endgeräte - bis auf evtl. induktive Einwirkungen - gar nicht erst mit direkt einwirkenden, zerstörerischen Spannungen und Strömen belastet werden. Die vom Mast isolierte Fangstange ist dann mittels bereits benannter Erdungsleiter auf kürzestem Wege mit zulässigen

www.reisser.de

Erdern zu verbinden. Da u.U. das notwendige Installationsmaterial wie EL-Halterungen für die verschiedensten Dacheindeckungen, isolierte Halter für die Fangstangen, die Fangstangen selbst, Flachdach-Leitungsstützen usw., nicht allen bekannt ist, sollte man sich z.B. von Fa. DEHN den Katalog kommen lassen, gleichzeitig die Blitzplaner-CD anfordern und auch die Einzelheiten der relevanten Normen genauestens studieren. www.dehn.de

Rechtliche Verbindlichkeit. Da alle VDE-Bestimmungen eigentlich nur Empfehlungen sind, könnte man denken, dass man diese nicht zwingend einhalten müsse. Das ist allerdings nicht richtig, da es seit einiger Zeit die gesetzliche Grundlage zur Anwendung von VDE-Bestimmungen im Energie Wirtschaftsgesetz (EnWg) gibt, wonach bei Einhaltung der VDE-Bestimmungen (Mindestanforderung) von fachlich korrekter Arbeit ausgegangen wird. (Noch) nicht normativ geforderte, aber unter Fachleuten bekannte Verfahren müssen ebenso umgesetzt werden! Auch das BGB fordert schon immer die mangelfreie Ausführung eines Werkes, die am sichersten durch Einhaltung der von anerkannten Fachleuten erstellten Normen nachzuweisen ist.
Zudem dürfen gemäß EnWg und der **N**iederspannungs-**A**nschluss-**V**erordnung (NAV §13) nur in einem Installateurverzeichnis bei einem Verteilungsnetzbetreiber (VNB) eingetragene Elektrofachkräfte elektrische Anlagen errichten, erweitern und ändern. Dazu kann der VNB sich die Sachkunde des Antragstellers nachweisen lassen und weitere Voraussetzungen hinsichtlich der technischen Ausstattung mit Mess- und Prüftechnik gemäß der Ausstattungsrichtlinie für Werkstätten im Elektrohandwerk sowie das Vorliegen der ständig aktualisierten Normen für den Fachbereich Elektrotechnik prüfen.

Sachverständige Beratung. Über all diese Empfehlungen und Normen hinaus ist natürlich der Sachverstand der Elektrofachkraft gefragt, da nicht alle Einzelheiten hinsichtlich der mechanischen und elektrischen dauerhaften Sicherheit beschrieben werden können. Im Zweifel sollte ein kompetenter Fachmann oder ein Sachverständiger eines Elektro-Fachverbandes oder der Handwerkskammern befragt werden.

Es ist hier nicht möglich alle Aspekte im Zusammenspiel des äußeren und inneren Blitzschutzes zu beleuchten. Wichtig zu wissen ist, dass über den äußeren Blitzschutz hinaus viel für die innere Sicherheit getan werden kann, da ja längst nicht alle Schäden über die direkte Blitzeinwirkung erfolgen, sondern über induktive Einwirkung (auch beim Fangstangenprinzip nicht zu verhindern) auf Netzleitungen, Koaxialkabel, TK-Leitungen usw. hervorgerufen werden und auch aus Spannungsüberhöhungen, Abschaltungen und Wiedereinschaltungen des Energieversorgers oder benachbarten (induktiven) Großverbrauchern resultieren können. (Siehe VDE 0100-443!)

Nach alledem sollte deutlich geworden sein, dass Antennenanlagen, Erdung und der Potentialausgleich nicht in die Hände von elektrotechnischen Laien gehören.

Blitzschutz-Potentialausgleich. Ein über „den normalen PA“ hinausgehender Blitzschutz-Potentialausgleich (Typ 1-3), bestehend aus Grob-, Mittel- und Feinschutzeinrichtungen sowie eine zusätzliche unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlage (USV) schützen ggf. davor, dass TV-Kopfstellen, Telekommunikation, Produktionsanlagen, EDV-Systeme u.ä. kostspielig ausfallen und Datenbestände evtl. vernichtet werden. Im professionellen Bereich sollten diese Einrichtungen daher im Interesse möglichst geringer Ausfallzeiten zum Standard gehören!

Versicherungsschutz. Selbst wenn Versicherungen häufig noch ohne Prüfung der Einhaltung hier relevanter Normen, und ihrer eigenen VdS-Bedingungen und ggf. vorgeschriebener Schutzeinrichtungen zahlen, kann das im Einzelfall ganz anders sein und die Regulierung verweigert werden.
Weil die Versicherungsbedingungen eine dem Stand der Technik entsprechende Installation als Leistungsvoraussetzung annehmen, d.h. von verantwortlichen Fachkräften errichtet, kommt es spätestens bei größeren materiellen, oder gar Personenschäden zu gutachterlichen Untersuchungen, die sehr schnell die Ursachen der aufgetretenen Schäden aufdecken.
Für einen nicht korrekt arbeitenden Handwerker könnte der Schaden schnell zur Existenzbedrohung werden, da der Verbraucher von fachlich korrekter, normgerechter und eine dem Stand der Technik entsprechende Ausführung ausgehen kann, und die unkorrekten Arbeiten nachweislich der Rechnung nicht selbst ausgeführt hat.

Spannung, Stromstärke und Frequenz des Blitzes? Blitze entstehen im Zusammenspiel von Temperatur, Feuchtigkeit, Hagel, Graupel und Aufwinden in Gewitterzellen, die in großer Höhe mehrere Kilometer Durchmesser haben können. Durch starke Aufwinde im Inneren der Gewitterzelle werden positive und negative Ladungen getrennt. Dies führt irgendwann zu einer elektrischen Entladung, die wir als Blitz wahrnehmen. Bevor es zu einer Blitzentladung kommt, können zwischen Gewitterwolken und der Erde Spannungen von einigen 100 Millionen Volt auftreten. Im nur wenige Zentimeter starken, sehr niederimpedanten Blitz-Plasmakanal fließen dann im Mikrosekundenbereich höchstfrequente Impulsströme mit sehr kurzen Anstiegszeiten, die in seltenen Fällen bis zu einigen 100 kA betragen können. Derartige Blitzströme sind naturgemäß nicht mit Gleich- oder 50 Hz-Wechselströmen zu vergleichen, und die Anforderungen an die Bauteile gemäß EN 50164 wegen der Impulsform daher auch sehr viel höher.

Die Blitzhäufigkeit nimmt innerhalb Deutschlands von den Küsten im Norden bis in die Berglandschaften des Südens zu. Durchschnittlich wird jeder Quadratkilometer mehrfach pro Jahr vom Blitz getroffen. Insgesamt sind dieses - mit steigender Tendenz - mehr als 2.000.000 Blitzeinschläge pro Jahr allein in Deutschland. Sachschäden in Millionenhöhe, und zunehmend leider immer wieder auch Personenschäden, sind zu beklagen!

Elektrofachkräfte sollten darauf achten, dass die von Ihnen zu verantwortenden Anlagen normgerecht gebaut werden! Denken Sie an die Ausfallzeiten und Datenverluste in EDV- Anlagen, achten Sie auf die hier zusätzlich zu empfehlenden Maßnahmen des äußeren und inneren Blitzschutzes!

Gemäß VDE 1000-10:2009-013.2 ist die Elektrofachkraft eine… *„Person, die aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Normen, die ihr übertragenen Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen kann“.*
Kann auch nur ein Aspekt der o.a. Definition der Elektrofachkraft evtl. nicht erfüllt werden, sollte man sich ggf. bei schwierigen Aufgabe nicht scheuen, mit dafür geeigneten Elektrofachkräften zu kooperieren.

Kommentare und Interpretationen von mir erfolgen ohne Gewähr! Quellen/Fotos/Grafik: VDE, ABB, de, BFE, DEHN+Söhne

www.kleisch.de

Trennungsabstands-Berechnung

Werte zur überschläglgen Ermittlung des notwendigen Trennungsabstandes "s" an den kritischen Stellen einer Blitzschutz-Erdungsableitung (z.B. bei Näherungen zur E-Installation)
(Der Gesamt-kc sollte bereits bei mehr als einer Ableitung wegen der Stromaufteilung ggf. getrennt errechnet werden, da der Wert 0,5 bei 2 Ableitungen zwar praxisnah ist, aber u.U. > 0,5 < 1 sein kann.

ki	= 0,04	(bei LPL III)
kc	= 1	(bei 1 Erdungsabeitung)
kc	= 0,5..1	(bei 2 Erdungsableitungen)
km	= 0,5	(Beton, Ziegel, feste Materialien)
km	= 1	(Luft)
l	= x,xx	(Meter zum Erdpotential)

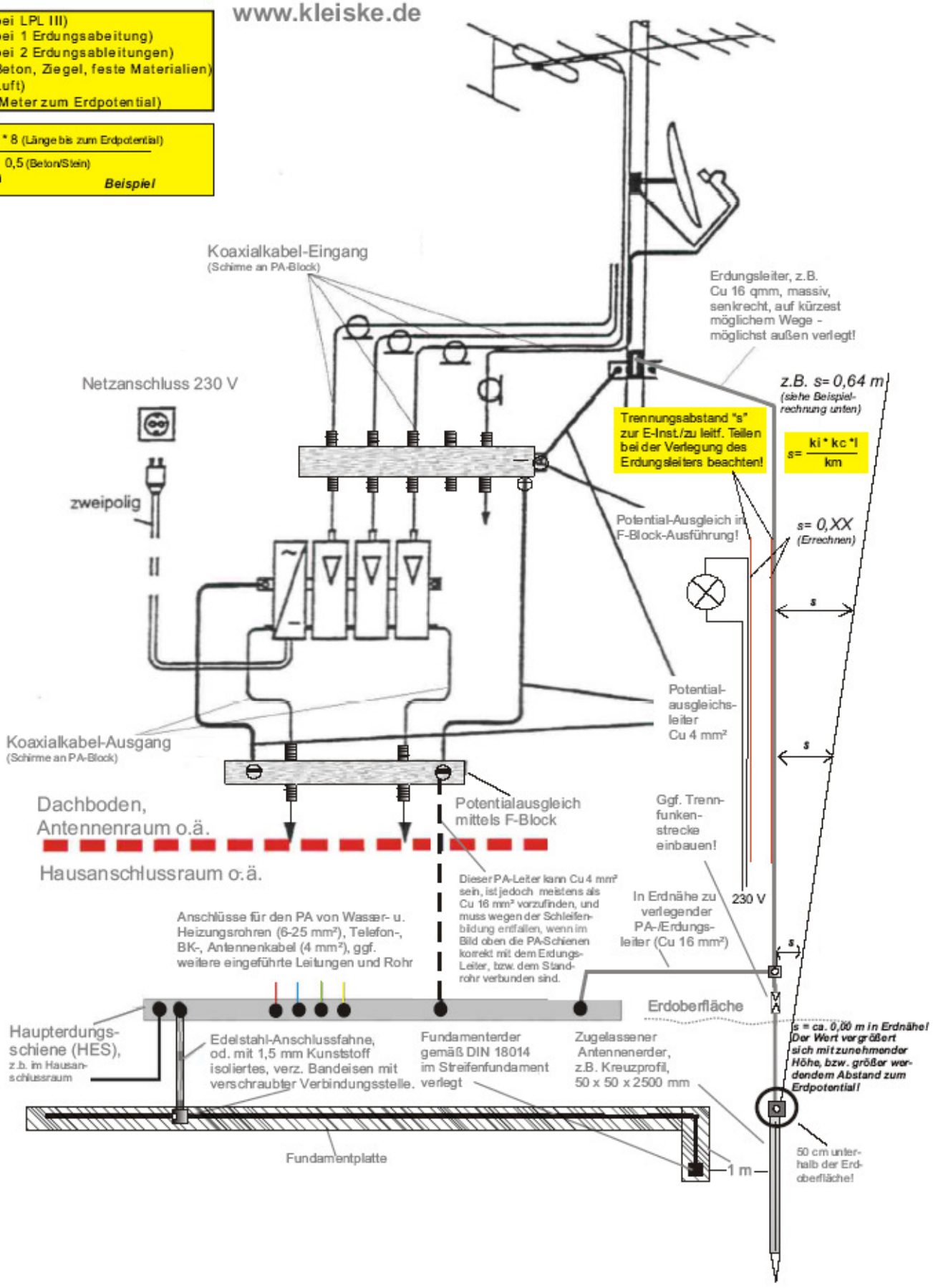
$$s = \frac{0{,}04 * 1 * 8\ (\text{Länge bis zum Erdpotential})}{0{,}5\ (\text{Beton/Stein})}$$

s = 0,64 m *Beispiel*

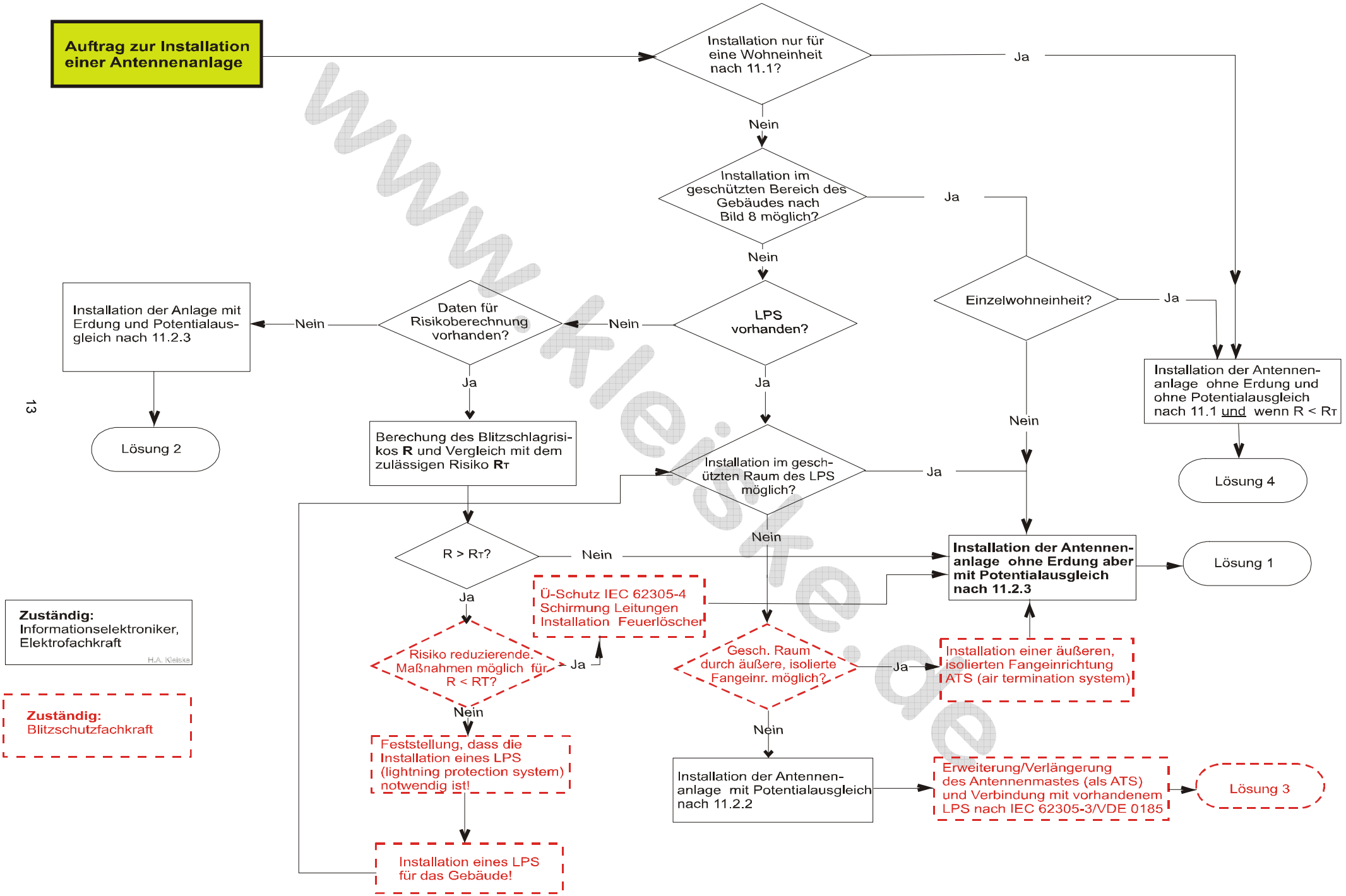
Erweiterte Darstellung der zu berücksichtigen Punkte bei Erdung und Potentialausgleich einer im ungeschützten Bereich eines Gebäudes befindlichen Antennenanlage - in Anlehnung an die normativen Bestimmungen der VDE 0855-1.

Heinz A. Kleiske

Aktualisierung bei:
www.kleiske.de



Flussdiagramm zur Auswahl des geeigneten Schutzverfahrens für Antennenanlagen gegen atmosphärische Überspannungen (Blitzeinwirkung) in Anlehnung an DIN EN 60728-11 (VDE 0855-1):2011-06



www.kielske.de

Schutzmaßnahmen lt. Flussdiagramm zur Auswahl geeigneter Schutzverfahren.	
Lösung 1:	**Anlage ohne direkte Erdung aber mit Verbindung des PA zur HES des Gebäudes gemäß EN 60728-11**
Lösung 1a:	Nutzung des geschützten Bereichs eines Gebäudes (s. Bild 8 der EN 60728-11)
Lösung 1b:	Nutzung des geschützten Bereichs einer vorhandenen oder noch zu errichtenden Gebäude-Blitzschutzanlage. (s. Bild 10 der EN 60728-11 u. IEC 62305-3)
Lösung 1c:	Nutzung des geschützten Bereichs einer isolierten Fangeinrichtung (s. Bilder 10 u. 11 der EN 60728-11 u. IEC 62305)
Lösung 1d:	Sofern lt. Risikoberechnung R ≤ R_T (s. Bild 15 der EN 60728-11 u. IEC 62305-2) und keine Blitzschutzanlage vorhanden ist, ist kein weiterer Blitzschutz notwendig. Auch anwendbar, wenn Risiko reduzierende Maßnahmen durchgeführt werden.
Lösung 2:	**Anlage mit direkter Erdung und Verbindung zur HES (Gebäude ohne Blitzschutzanlage, keine Daten für die Risikoberechnung vorhanden oder anwendbar (Siehe Bild 14 der EN 60728-11)**
Lösung 3:	**Anlage mit direkter Verbindung zur HES und zum Gebäudeblitzschutz.** Der Antennenmast dient als galvanisch nicht getrennte Fangeinrichtung (Siehe Bild 13 der EN 60728-11 u. IEC 62305-2)
Lösung 4:	**Anlage ohne direkte Erdung und ohne Verbindung zur HES des Gebäudes.** Errichtung der Anlage im geschützten Bereich einer Einzelwohneinheit und deren Versorgung gemäß 11.1 der EN 60728-1. **Bei dieser Installations-Lösung wird der PA gemäß 6.2 dringend empfohlen!**
Obwohl es für Deutschland keine Ausnahmeregelung bei Einzel- u. GA-Anlagen gibt, wird bei Anwendung der Lösung 4 gemäß 11.2.3.1 gleichwohl der Blitzschutz dringend empfohlen!	

Die Temperaturerhöhung von Erdungsleitern in Relation von Strom, Querschnitt und Material

Querschnitt	Durchmesser	Blitzschutzklasse (LPL) - **I** = 200 kA, **II** = 150 kA, **III** + **IV** = 100 kA											
		Aluminium			Eisen			Kupfer			Edelstahl		
		III + IV	II	I	III + IV	II	I	III + IV	II	I	III + IV	II	I
16 mm²	4,5 mm	146	454	x	1120	x	x	56	143	309	x	x	x
50 mm²	8 mm	12	28	52	37	96	211	5	12	22	190	460	940
78 mm²	10 mm	4	9	17	15	34	66	3	5	9	78	174	310

Die Werte in der Tabelle stellen die maximale Temperaturerhöhung (in Kelvin) an mit Blitzströmen der verschiedenen Klassen (LPL) belasteten Erdungsleitungen dar.

In den mit X gekennzeichneten Fällen kann man davon ausgehen, dass das Material schmilzt oder verdampft!

www.kleiske.de