

EN 60728-11 (VDE 0855-1):2017-10

Seit dem 1. Oktober 2017 neue Bestimmungen in der VDE 0855-1.

Eine aktualisierte Zusammenfassung für Praktiker im Informationstechniker- sowie im Elektrotechniker-Handwerk zu folgendem Thema:

Erdung und Potentialausgleich in BK-, Satellitenempfangs- und terrestrischen TV-Antennenanlagen – auch in ausgedehnten Netzen mit allen darin enthaltenen Gerätschaften bis hin zum Eingang des Teilnehmer-Endgerätes.

Soweit umsetzbar, gilt die Norm auch für bewegliche und temporär installierte Anlagen z.B. in Wohnmobilen.

von Heinz A. Kleiske

Zu beachten sind seit dem 1. Oktober 2017 - neben vielen anderen Normen, die für die Anwendung dieser Norm notwendig sind, und auf die in der o.a. Norm verwiesen wird - in der Hauptsache die **DIN EN 60728-11 (VDE 0855-1):2017-10**, verschiedene Teile der DIN VDE 0100, die DIN VDE 0855-300 (Amateurfunk-/CB- und sonstige Empfangs- u. Sendeantennen-Anlagen bis 1 kW) sowie Teile der DIN VDE 0185-305).

Für die bisher gültige Europeanorm DIN EN 60728-11 (VDE 0855-1):2011-06 besteht für bereits begonnene Projekte eine Übergangsfrist bis zum 26.05.2020. National sollte in jedem Fall jedoch nur noch die aktuell gültige o.a. Norm verwendet werden, zumal die Vorgängerfassung nicht mehr katalogisiert wird.

Zuvor gab es den Norm-Entwurf: E DIN EN 60728-11 (VDE 0855-1):2012-07, zu dem während der Widerspruchsfrist von jedermann fachkundige Kommentare für eine mögliche Be-

rücksichtigung im Normentext bei der DKE abgegeben werden konnten.

Aktualisierungen bei www.kleiske.de

Wenn man bedenkt, dass bereits 1924 aus guten Gründen die erste Auflage der VDE 0855 auf wenigen Seiten Papier entstand und mit kleineren und größeren Abständen nach vorherigen kleineren Änderungen zwischen 1924 und 1943 weiter an die Erfordernisse der aktuellen Technik angepasst wurde, und mit zum Teil gravierenderen Änderungen in den Jahren 1959, 1971, 1984, 1994, 1998, 1999, 2001, 2005, 2011 immer wieder neue Erkenntnisse eingeflossen sind, sollte diese, auf nunmehr 86 Blatt zu Papier gebrachten Entwicklung eigentlich an keinem Fachmann vorbei gegangen sein.

Da sich die hier gefragte Elektrofachkraft u.a. auch über die Kenntnis relevanter, aktueller Normen definiert, muss diese nun allerdings mehr als 120 € für das aktuelle Normenwerk berappen um sich fachlich auf den neuesten Stand zu bringen. Hier lohnt es sich ggf. beim Besuch einer Elektrofachmesse mit einem Ausstellerstand des VDE nach einem dort oft möglichen Rabatt zu fragen.

Was hat sich in der aktuellen Fassung der Norm von 2017-10 gegenüber 2011-06 geändert, was ist neu?

Nach wie vor wird in den Normen scheinbar relativ unverbindlich nur „empfohlen“, „dringend empfohlen“, oder „trotzdem empfohlen“ was vom Fachmann zu tun ist, wenn er normgerecht arbeiten will. Oft heißt es aber auch, dass eine bestimmte Maßnahme getroffen werden „muss“.

Wer hier nun glaubt, mehr oder weniger freiwillig das eine oder andere tun zu dürfen, irrt! Die Rechtsprechung orientiert sich nämlich an den im Text

des § 49 des EnWG benannten VDE-Bestimmungen und sieht hier eine gesetzliche Grundlage für deren verbindliche Anwendung.

Wer allerdings auf spektakuläre Änderungen in der Neufassung der Norm gehofft hat, wird wohl ein wenig enttäuscht sein, denn die gut überlegten Einwände von engagierten Fachleuten am veröffentlichten Entwurf während der Kommentierungsfrist zur jetzt vorliegenden Neufassung sind m.E. nur unzureichend vom zuständigen Gremium K 735 der DKE (Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE) berücksichtigt worden. Umgesetzt wurden u.a. die Hinweise zur notwendigen Anpassung einiger Abbildungen sowie die textliche Anpassung von Details zum Potentialausgleich usw. Es finden sich nun auch noch mehr Anwendungsabbildungen zum PA und zur Erdung, deren Unterschiede allerdings sehr genau auf Umsetzbarkeit in der Praxis untersucht werden müssen.

- **Bisher** konnte man davon ausgehen, dass nur die normativ u.a. in der DIN VDE 1000-10 definierten Elektrofachkräfte an elektrischen Anlagen arbeiten dürfen. In der jetzt aktuellen Fassung der DIN VDE 0855-1 wird der Begriff „Instandhalter“ verwendet, der zwar u.a. auch eine „geeignete“ technische Ausbildung haben soll, aber m.E. auch weitere, konkret zu benennende Kriterien erfüllen sollte.

- **Die** Anforderungen hinsichtlich Planung, Konstruktion und Installation von hier relevanten Anlagen in Bezug auf den Schutz von Personen gegen elektrischen Schlag und/oder Körperverletzungen sowie gegen Feuer gelten lt. dieser Norm nicht für „Instandhalter“, die an den Geräten arbeiten und ggf. stromführenden Teilen ausgesetzt sein könnten!

Wer hier die folgenden 5 Sicherheitsregeln der Elektrotechnik nicht kennt oder anwendet, kann sich in eine gefährliche Lage bringen.

1. Freischalten, also den Strom allpolig abschalten!
2. Gegen Wiedereinschalten sichern! (Abschließen der Verteilung, Anbringung eines warnenden Hinweisschildes usw.)
3. Spannungsfreiheit feststellen, d.h. messen, ob tatsächlich keine Spannung mehr anliegt!
4. Erden und kurzschließen!
5. Benachbarte, unter Spannung stehenden Teile abdecken oder abschränken!

- **Es** sind diverse neue Begriffe wie z.B. COPD (coaxial overvoltage protective device), OPD (overvoltage protective device), OTP (optical transfer point), FTTH (fibre to the home), DTH (direct to home) und weitere eingeführt worden, um möglichst viele Aspekte der neueren Technik abzudecken.

- **Nach** wie vor ist es zulässig, die Kabelschirme an Ein- und Ausgängen von Verstärkern, Verteilern, Multischaltern usw. für den Fall des Austauschs im Reparaturfall nur temporär zwecks Herstellung des geforderten Potentialausgleichs zu verbinden. Wie das unter praktischen Bedingungen auch technisch sicher und ohne viel Aufwand - (damit der „4. Regel-Kurzschließvorgang“ nicht einfach unterlassen wird) - geschehen kann, wird nicht beschrieben. Wenn z.B. 2 x 8 Kabel vor einem Tausch eines Multischalters auf die erwähnten PA-Schienen geklemmt werden sollen, wird manch einer eher das lebensgefährliche „Kribbeln“ in den Fingern in Kauf nehmen, als diesen Zeitaufwand für die temporäre Sicherheit zu investieren. Dass die früher einmal beschriebene „Erdungsspinne“ zuverlässig

sig dazu geeignet sein könnte, wage ich zu bezweifeln. Es sollten daher zumindest für diesen Zweck vorübergehend F-Blöcke mit PA-Anschlussklemme eingesetzt werden. Zeichnerisch dargestellt sind nach wie vor PA-Klemmleisten zum Auflegen der Koaxialkabelschirme, die den hochfrequenztechnischen Ansprüchen heute sicher nicht mehr genügen.

Wie wirklichkeitsnah oder aber auch realitätsfremd der temporäre Potentialausgleich ist, mag jeder selbst für sich entscheiden.

Wer weitsichtig genug ist und seinen diesbezüglichen Arbeitsablauf in der Praxis realistisch einschätzt, baut die PA-Blöcke demnach bereits dauerhaft bei der Erstinstallation ein und nicht erst vorübergehend im Reparaturfall!

- **Bisher** mag es nur wenigen aufgefallen sein, aber die schon lange üblichen und damit sicher nicht nur den „Stand der Technik“ dokumentierenden gelb-grünen 4 mm²-PA-Leiter waren schon in den Vorgängern dieser jetzt aktuellen VDE-Bestimmung unter bestimmten Umständen entbehrlich.

Die meisten Praktiker haben hier selbstverständlich schon immer einen 4 mm²-PA-Draht verlegt und darin nur die Umsetzung einer „Anerkannten Regel der Technik“ gesehen, die normativ festgelegt ist, und evtl. weitere Möglichkeiten zur normgerechten Herstellung des PA wenig beachtet.

Hier konnten auch schon lt. Norm von 2011 zum einen „stabile“ 4 mm²-, aber auch 2,5 mm² Leiter bei geschützter Verlegung verwendet werden. Ob „stabil“ auch die Verwendung von flexiblen Litzen bedeutet oder die „geschützte Verlegung“ auch die PE-Ader einer 5 x 2,5 NYM-Leitung z.B. zum Geschirrspüler bedeuten kann, wird nicht beschrieben und muss von Fall zu Fall fachlich entschieden werden.

- **Vielfach** unbekannt ist auch die zulässige Möglichkeit der Nutzung von Kabelschirmen als PA-Leiter. Dieses ist auch noch lt. neuester Auflage der 0855-1 dann erlaubt, wenn der ohmsche Widerstand des Kabelschirms für die hier relevante Verbindung von A nach B zum Zwecke des PA nicht mehr als 5 Ohm beträgt. Je nach Kabelhersteller und Aufbau der Schirmung kann dieser Widerstandswert anders sein, und muss daher bekannt sein.

Hier ist zu bedenken, dass für den Fall, dass irgendwie z.B. 230 Volt auf den Kabelschirm gelangen, diese gefährliche Spannung auf dem kürzesten Wege, ähnlich wie beim Schutzleiter eines E-Gerätes gegen Erde (Haupterdungsschiene der elektrischen Anlage) abgeleitet werden sollte. Lt. Norm könnte das eben auch über den Kabelschirm des Koaxialkabels - sofern $R < 5 \text{ Ohm}$ - geschehen.

Bedenkt man nun als Elektrofachkraft aber, dass in Wohngebäuden ein oft verwendeter 16 Ampere-Leitungsschutzschalter (LS-Schalter) mit B-Auslösekennlinie einen 3 bis 5-fach höheren Strom zur Abschaltung in der bei 230 Volt vorgeschriebenen Zeit von 0,4 Sekunden benötigt, sollte man sich fragen wie das gehen soll, wenn der hier bei einer angenommenen Kabellänge von ca. 150 m eines in BK-Anlagen üblichen Koaxialkabels maximal zulässige Widerstand von 5 Ohm auch tatsächlich erreicht wird. Hier würde nämlich nicht einmal der minimal notwendige $3 \times 16 \text{ A}$ Bemessungsstrom von 48 A und schon gar nicht der 5-fache Wert von 80 A erreicht werden. Leicht zu errechnen ist, dass gemäß Formel $I=U/R$ in diesem vielleicht etwas praxisfremdem Beispiel ein maximaler Strom von nur $230/5 = 46 \text{ A}$ fließen kann, was dazu führt, dass lt. Auslösekennlinie „B“ eines üblichen LS-Schalters oder gar einer

Schmelzsicherung eine viel längere Zeit bis zur Abschaltung benötigt wird und ggf. ein Leitungsbrand- oder gar ein Personenschaden vorprogrammiert ist. Wenn es dann keinen - wie vorgeschrieben - monatlich auf seine zuverlässige Abschaltung geprüften Fi-Schalter zum Schutz von Personen gibt, der bereits bei einem Fehlerstrom von 30 mA in nur ≤ 40 ms abschalten soll und damit ggf. Leben retten kann, wäre es um die Sicherheit der Anlagenteile, der Nutzer sowie der „Instandhalter“ schlecht bestellt.

Werden die vom Hersteller zugelassenen Ströme über Kabelschirme überschritten, müssen z.B. normgerechte galvanische Trennungen vorgenommen, aber dadurch mögliche hochfrequente Abstrahlungen beachtet werden.

- **Nach** wie vor müssen die Schirmungen von ein- oder ausgehenden Kabeln an Gebäuden in der Nähe der Ein- oder Austrittsstellen am Gebäude in dessen Potentialausgleich einbezogen werden.

- **Der** Potentialausgleich kann auch gemäß Abschnitt 6.2 der VDE 0855-1 durch leitfähige Gehäuse oder Anlagenteile hergestellt werden. Metallene Gehäuse mit netzgespeisten Geräten müssen unabhängig davon ob außen oder innen verbaut, mit der Haupterdungsschiene verbunden werden. Ist das in großen Kabelanlagen wegen zu erwartender Ausgleichsströme nicht möglich, müssen Isoliergehäuse verwendet werden oder das innen verbaute Gerät vom metallenen Gehäuse isoliert werden. In beiden Fällen muss im Fehlerfall ein Schutzelement (OPD) die Ableitung etwaiger Überspannungen zur Haupterdungsschiene ermöglichen.

- **Bei** Antennenanlagen, die nach Abschnitt 11 der Norm nicht geerdet werden müssen, wird aber „dringend empfohlen“ dass der Schirm des an die Antenne angeschlossenen Kabels in den Potentialausgleich einbezogen wird. Das ist auch über einen Schutzpotentialausgleichsleiter an einem geeigneten Verbindungspunkt möglich, wobei der Anschluss des ggf. an einem Schutzleiter des Stromversorgungsnetzes angeschlossenen Kabelschirms nur mittels Werkzeug lösbar sein darf.

- **Wie** bereits erwähnt, ist auch der Kabelschirm selbst, sofern $R < 5$ Ohm bis zum nächsten Anschlusspunkt des PA oder auch zum nächsten Schutzleiteranschluss (PE) als PA-Leiter zugelassen!

Insgesamt ist bei der PA-Problematik zu bedenken, dass Geräte der Schutzklasse I, also solche mit Schutzkontakt, störende Ausgleichsströme auf die Schirme geben könnten, die mit doppelt galvanisch trennenden Gliedern an ihrer Verbreitung im Kabelnetz gehindert werden können.

- **Geht** es um die schützende Wirkung von Teilnehmeranschlussdosen vor Überspannungen aus dem Kabelnetz, ist diese nur bei doppelt galvanisch getrennten Dosen (transformatorisch oder mit Trennkondensatoren) - also Innenleiter und Schirm galvanisch zwischen Ein- und Ausgang der Dose getrennt - gegeben. Gibt es diese Dosen - was wohl meistens der Fall ist - nicht, oder evtl. sogar nur ein aus der Wand kommendes Anschlusskabel mit Stecker, ist der PA wieder abhängig vom Schirm des Koaxialkabels, der - wie bereits beschrieben - bis zum nächsten PA-Punkt, der i.d.R. am zuständigen Stichverteiler der Anlage zu suchen ist, einen Gleichstromwiderstand bis max. 5 Ohm haben darf. Dass der Schirm hier unter ungünstigen Umständen im

Zusammenhang mit Schutzklasse I-Geräten die Funktion eines Schutzleiters übernehmen muss, sollte besonders beachtet werden, da er m.E. für diesen Zweck mit <5 Ohm viel zu hochohmig ist! All das muss die Elektrofachkraft fachlich berücksichtigen!

- **Neu** ist in der Norm der Verweis auf FTTH-Systeme (**F**ibre **t**o **t**he **h**ome), die eine komplette galvanische Trennung ermöglichen, sofern tatsächlich auch völlig metallfreie Lichtwellenleiter zum Einsatz kommen und nicht solche, die wegen der mechanischen Stabilität doch eine versteckte metallene Armierung haben. In so einem Fall muss dann für diese Armierung wieder eine galvanische Trennung oder ein Potentialausgleich fachgerecht hergestellt werden.

- **Neu** ist auch die klare Ansage, dass ein 2,5 m Vertikalerder mit seiner vollen Länge erdfühlig wirksam ins Erdreich gebracht werden muss. Die Länge ergibt sich aus der generellen Forderung der Mindestlänge für einen horizontal verlegten Erder von 5 m, die bei vertikalem Einbau des Erders um 50 % verringert werden kann. Damit nun auch wirklich die volle Länge von 2,5 m selbst bei trockenem oder gefrorenem Boden erdfühlig wirksam werden kann, muss das obere Ende des Erders nunmehr 0,5 m unter der Erdoberfläche liegen.

- **In** diesem Zusammenhang wurde auch eine textliche Anpassung an die aktuelle Blitzschutznormung lt. IEC 62305 vorgenommen. Hier ist zu beachten, dass - wie bereits in der Vorgängernorm beschrieben - ggf. eine Blitzschutzfachkraft hinzuzuziehen ist.

- **Der** bisher im informativen Teil der Ausgabe von 2011 enthaltene Verweis auf die vereinfachte Software zur Be-

wertung des Blitzeinschlagsrisikos ist genauso entfallen wie die Beispiele für die Risikobewertung durch Blitzeinwirkung. Es ist also notwendig die hier relevanten Teile der DIN VDE 0185 zu kennen, um überhaupt eine Beurteilung vornehmen zu können.

- **Änderung** der Fernspeisespannung. Der Nennwert der Fernspeisespannung darf nun 65 V Wechselfspannung und 120 V Gleichspannung nicht überschreiten. Die Spannung darf nicht auf Teilnehmeranschlusskabel ausgedehnt und nur durch „Instandhalter“ mittels Werkzeug zugänglich sein!

Was ist denn nun von den Fachleuten der Informationstechnik sowie der Elektrotechnik in der Praxis des hier relevanten Anlagenbaus zu bedenken - was ist in welchem Fall normativ zu berücksichtigen?

Im Rahmen dieses Artikels kann nur ein Teil der Aspekte behandelt werden, die eine Elektrofachkraft bei der Errichtung elektrischer Anlagen zu bedenken hat, **daher ist die Kenntnis der gesamten Norm unerlässlich.**

Die Fachkraft muss u.a. folgende Fragen eindeutig beantworten können, bevor es an die Planung, Kalkulation der Kosten und Errichtung einer BK-, Antennen- oder sonstigen Anlage geht, und diese vor atmosphärischen Überspannungen und Spannungsunterschieden geschützt werden soll. (Blitzschutz und Potentialausgleich)

1. Wie wird das erhöhte Risiko aufgrund der zusätzlichen (Antennen-) Installation eingeschätzt?
2. Antenne auf dem Dach?
3. Antenne für nur eine einzelne Wohneinheit? (siehe VDE 0855-1/11.1)

4. Kann ich für diesen Fall sicherstellen, dass die Kriterien für eine einzelne Wohneinheit erhalten bleiben?
5. Ist die Summe der Ableitströme von <3,5 mA dauerhaft gewährleistet?
6. Antenne innerhalb eines Gebäudes oder unter dem Dach?
7. Antenne im Schutzbereich eines Äußeren Blitzschutzes?
8. Antenne im geschützten Bereich eines Gebäudes? (nur bei einer Gebäudehöhe bis max. 45 m anwendbar)
9. Antenne abgesetzt vom Gebäude, z.B. im Garten und zu ebener Erde?
10. Art der Dachhaut, hart/ weich? (Reetdach mit fraglichem Schutzwinkel unterhalb der Dachkanten)
11. Gibt es leicht entzündliche Stoffe oder die Gefahr von Ansammlung explosiver Atmosphäre in Räumen, durch die Antennen- und/oder Erdungsleiter verlegt werden sollen?
12. Ist eine Haupterdungsschiene im E-Hausanschlussraum vorhanden?
13. Ist die Anschlussfahne eines Fundamenterders vorhanden?
14. Gibt es bei BK-Anlagen einen einfach, doppelt oder evtl. gar nicht galvanisch getrennten HÜP?
15. Sind die Teilnehmeranschlussdosen einfach, doppelt, oder gar nicht galvanisch getrennt?
16. Sind die Teilnehmer per Kabel aus der Wand, also ohne Dose, direkt an den HF-Eingang des Teilnehmerendgerätes angeschlossen?

Auch wenn diese Vorschrift nicht für den Blitzschutz von Gebäuden gedacht ist, müssen die diesbezüglichen Bestimmungen der DIN VDE 0185 im Zusammenhang mit der Erdung von Antennen an Gebäuden mit äußerem Blitzschutz trotzdem 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 mit ihren grundsätzlichen Aussagen zu Erdung und Potentialausgleich muss daher bei Elektrofachkräften neben diversen anderen in die Überlegungen und Maßnahmen einbezogen werden.

Auch der erfahrene **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 noch einmal ausführlich herauszustellen. Die deutsche Norm VDE 0855-1 (Oktober 2017) ist für diese Thematik derzeit die in der Hauptsache anzuwendende Vorschrift. In der Einleitung der Norm wird u.a. der Geltungsbereich und auch die Ausnahmen (Endgeräte, Kabel, Armaturen...) dargestellt.

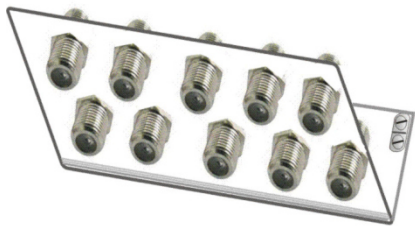
Die Norm definiert unter welchen Umständen Empfangsantennenanlagen (ggf. auch mobile Anlagen) mit einer Erdungseinrichtung zu versehen sind, um z.B. bei Blitzeinwirkung Schäden an den Anlage und den angeschlossenen Geräten zu verhindern.

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 elektrisch 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 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!**



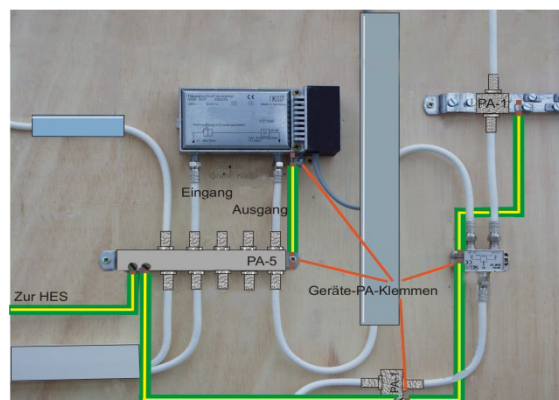
Mittels z.B. PA-Winkeln in F-Technik (Abb.) soll dafür gesorgt werden, dass Potentialunterschiede zwischen Betriebsmitteln der Anlage, berührbaren Leitungsteilen, metallenen Komponenten oder sonstigen fremden leitfähigen Teilen durch Spannungsverschleppungen von im Fehlerfall spannungsführenden Teilen 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 metallene Nadel hineingefallen ist, über das Gehäuse und die Antennenbuchse eine gefährliche galvanische Verbindung zum Kabelnetz herstellen. Durch Isolations- oder sonstige Fehler oder zu hohe Ableitströme an Geräteanschlüssen, über Rohre, Abschirmmäntel von Koaxialkabeln oder sonstige metallenen Verbindungen mögliche Potentialdifferenzen 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 weite-

ren 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.

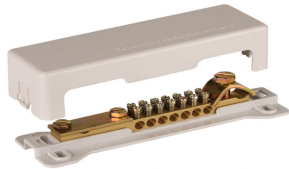
Der Schutz muss auch bei ausgebauten Komponenten zum Schutz des ggf. daran arbeitenden Personals erhalten bleiben, daher sind Ein- und Ausgänge - lt. Normenstand 2017 leider immer noch - ggf. auch nur vorübergehend mit PA-Maßnahmen zu versehen!



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 B 16A in der geforderten Abschaltzeit von $\leq 0,4$ Sek. mit dem dazu ggf. nötigen Strom von $5 \times 16 \text{ A} = 80 \text{ A}$ ggf. nicht auslösen! Bei den vielen Leitungen an Verteilkomponenten in Kopfstellen müssten auch mehrere solcher „Hilfsmittel“ zum Einsatz kommen und Kabelschirme sicher kontaktieren, was über die metallenen Gehäuse einiger Kompressionsstecker nicht bei allen Fabrikaten zuverlässig möglich ist. Zusätzlich müssten die einzelnen Innenleiter zuverlässig gegen Berührung isoliert werden.

Sofern in größeren Anlagen mit mehreren räumlich getrennten Erdungsanlagen zum Teil nicht unerhebliche Ausgleichsströme aus z.B. anderen Gebäudeteilen einer Wohnanlage zustande kommen, kann es nötig sein zusätzliche PA-Leitungen



($16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$) 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 $< 3,5 \text{ mA}$ bezieht sich allein auf die Blitzschutzerdung, die hier nicht durchgeführt werden muss. Das ist m.E. bei einer möglichen Vielzahl von Geräten nicht praxisnah, da die Summe der Ströme zu einem späteren Zeitpunkt fehlerbedingt oder durch hinzu gekommene Geräte den Wert von $3,5 \text{ mA}$ übersteigen könnte.

Der PA nach 6.1 ist diesbezüglich 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 Störfall 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 problematische 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-Massivdraht 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 Kreuzprofilender 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 Trennfunkstrecke (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).

Als Schleife installierte PA-Leitungen können durch induktive Einkopplungen zu Bild- u. Tonstörungen, z.B. bei HF, NF-, Video- oder Datensignalen führen, aber auch an den Enden der Schleife durch hohe induzierte Spannungen zur brandgefährlichen Lichtbogenbildung führen. Daher sollte man bei der Verlegung die durch Leitungen eingeschlossene 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 (auch zu ebener Erde, außerhalb des Schutzbereichs eines Gebäudes im Garten aufgestellt) 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 einge-

baute Kamine müssten demnach gerdet 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.



Risikoberechnung.

Ist bei Gebäuden ohne Blitzschutzanlage/LPS (*Lightning Protection System*) eine solche Berechnung gemäß VDE 0855-

1:2017-10/11.2.3.1 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“ R_T für den berechneten Einzelfall ($R < R_T$).

Wird eine solche Einzel-, oder auch GA-Anlage nach 11.1 der 0855-1 auf eine einzelne Wohneinheit 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 10 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 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 **Neuan-**

lage 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. Obwohl gemäß der in dieser Norm zitierten Blitzschutznorm im Erdreich verbaute Erder aus Edelstahl V4A (1.4571) sein müssen, reicht hier bei einem oft verwendeten Kreuzprofilender (Abb.) die Feuerverzinkung, weil die Ansprüche an die Erdung einer Antenne geringer sind als an die einer Gebäude-

Blitzschutz-

anlage. Er muss **2,5 m** lang, ein ggf. anderer Staberder muss bei gleicher Länge einen Mindestquerschnitt bei Kupfer von 50 mm^2 und bei feuerverzinktem oder rostfreiem Stahl von 80 mm^2 aufweisen! Für den Fall eines z.B. zu harten Bodens sind statt eines 2,5 m Erders zwei mit 1,5 m Länge im Abstand von ca. 3 m, oder 2 Horizontalerder mit 2,5 m Länge im Winkel von >60 Grad 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. Zulässig für die Verwendung als Erder wären auch natürliche Bestandteile wie z.B. durchverbundene Stahlbetonbewehrungen und andere geeignete in Beton eingebettete, unterirdische Metallkonstruktionen, deren Abmessungen den o.a. Werten entsprechen.

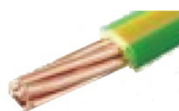
Wasserleitungsrohrnetze u.ä. sind als Erder **in keinem Fall** zulässig, da bei Kunststoffrohren die Verbindung zum Erdreich fehlt. Im Erdreich liegende, z.B. metallene Rohrnetze o.ä. sind als Erder jedoch generell zulässig, sofern die normgemäßen Mindestbedingungen für Erder eingehalten werden.

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 **feindrätiger** Ausführung (z.B. H07V-K 1x16) **nicht erlaubt** ist,



was z.B. die grob-mehrdrätige 7-fach Litze (z.B. H07V-R 1x16) nicht mehr abschließt, sofern hierfür selbst und die dafür nötigen Anschlusssteile der Nachweis für die



100 kA-Blitzstromtragfähigkeit (10/350 µs) erbracht werden kann.

Kupfer-Massivdraht (z.B. H07V-U 1x16) **ist vorzugsweise als 1. Wahl deshalb einzusetzen,**

weil sich die grob- oder feindrätigen 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 mehrdrätig, haben sich im Labor die korrekte Verlegung und Befestigung der Erdungsleitung sowie die Einhaltung der Anzugsdrehmomente erwiesen. Auch Aludraht mit 25 mm² - wegen der Korrosionsanfälligkeit in isolierter Ausführung - oder 50 mm² Stahl, verzinkt (8 mm Runddraht), ist zugelassen. Die normative Grundlage hierfür ist die aktuelle Fassung der EN 52561-1, bzw. die für Blitzschutzbauteile zuständige deutsche Norm VDE 0185-561-1, in der für Drähte, Anschlussbauteile wie **Kreuzverbinder** (Abb.) usw. deren Tragfähigkeit für Blitzstrom von min. 100 kA (10/350 µs) gefordert wird.



Erdungsleiter sollten im sicheren Abstand (ggf. Trennungsabstand „s“ lt. Seite 19 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 Funken-

überschläge/ Lichtbögen möglich wären.

Der EL ist geradlinig, senkrecht und auf möglichst kurzem und direktem Weg, 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. Auch die Koaxialkabel dürfen nicht durch derartige Räume geführt werden.

Sofern er leicht durch Personen berührt werden kann, muss der EL innerhalb eines PVC-Rohres mit 3 mm Wandstärke verlegt werden. Steht so ein Rohr nicht zur Verfügung muss die Verlegung an anderer Stelle erfolgen, oder ggf. eine besonders isolierte Leitung (z.B. CUI) verwendet werden. Zunehmend sollten die Fundamente der auch außen liegende Anschlusspunkte bekommen, die dann optimal zu nutzen wären.

Korrosion. Verbindungen eines Kupfer-EL mit dem verzinkten Kreuzprofilender sind wegen der elektro-chemischen 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 wirk-



samsten 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. 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 Fallrohres auch über eine **Fallrohr-Bandschelle** (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 grün-gelbe 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 möglichst kürzestem und direktem 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.

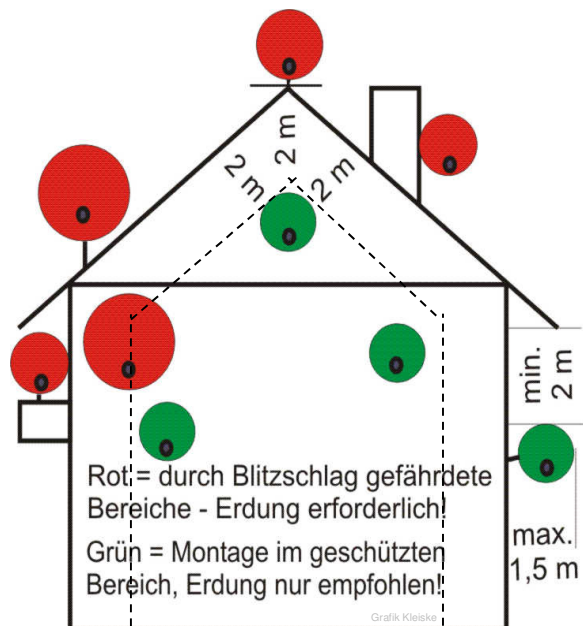
PE- und Neutralleiter der Stromversorgungsanlage sowie jegliche Kabelschirme sind als Erdungsleiter grundsätzlich ausgeschlossen.

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 (bis 45 m Höhe) im geschützten Bereich liegen. Gleichwohl wird auch im geschützten Bereich eines Bauwerks lt. VDE 0855-1 der Ka-

belschirm-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. Ob das auch bei Gebäuden mit einem Reetdach gilt, **auf** denen ja keine Antenne errichtet werden darf wird nirgends angegeben. Man könnte auf die Idee kommen diese im Schutzbereich unterhalb der Reetdachkante **am** Gebäude zu installieren.

Wenn man bequem vom Balkon aus eine Satelliten-Empfangsanlage 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 auch von den senkrechten Gebäudekanten ein-

gehalten werden, da Blitze mit zunehmender Höhe auch seitlich wirksam werden können. 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.

Zu 3. Nun zur **VDE 0185**, die dann berücksichtigt werden muss, **wenn am Gebäude ein äußerer Blitzschutz vorhanden ist.** Diese Norm als anerkannte Regel der Technik dokumentiert den aktuellen technischen Stand und empfiehlt, dass z.B. metallene Dachaufbauten, Kühlanlagen, Mobilfunkanlagen, Satelliten-Empfangsantennen 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 bie-

tet. Diese Fangeinrichtung ist dann mit Hilfe einer Blitzschutzfachkraft mit dem



Geschützter Bereich unterhalb des grünen Winkels!

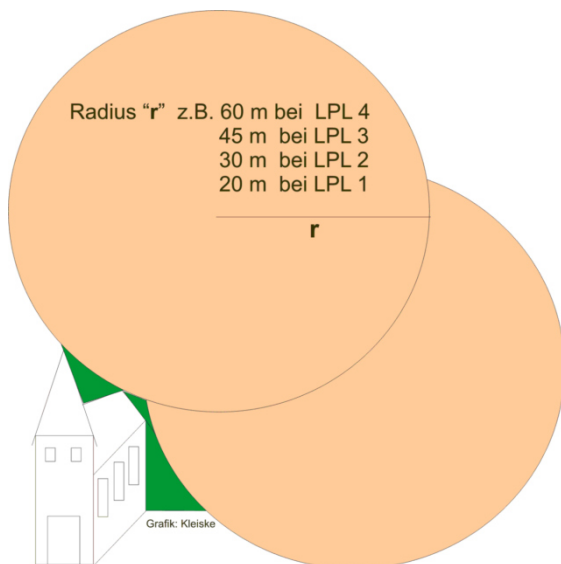
Ungeerdetes Antennen-Standrohr mit Fangstangenhalterung aus Isoliermaterial und angesetzter Fangstange mit Anschluss an den äußeren Blitzschutz. Zusätzlicher, isolierter Trennungs-Abstandshalter für den EL, wobei der EL nicht im rechten Winkel, sondern nur mit einem angemessenen Biegeradius an die Ableitung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

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

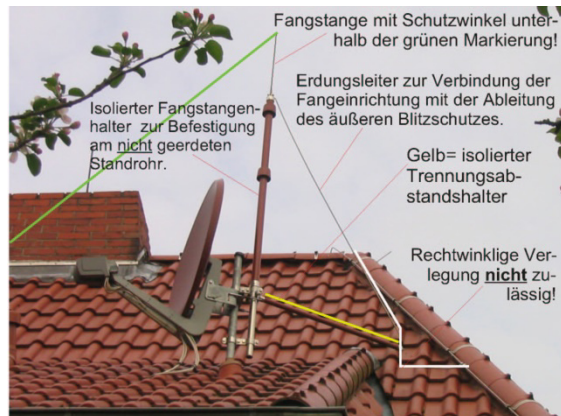
der Praxis vorgegangen werden kann. Muss man bei hohen und/oder komplizierteren Bauten (>45 m) statt des Schutzwinkelverfahrens das „**Blitzkugelverfahren**“ mit Kugelradien der Blitzschutzklassen LPL I-IV (*lightning protection level*) anwenden, würde man hier jedoch ggf. zu anderen Ergebnissen kommen, 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 DIN VDE 0185.



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

Im Idealfall würde ein Blitz bevorzugt in die angebotene Fangeinrichtung schlagen, und über den möglichst außerhalb des Gebäudes verlegten Erdungsleiter (Kupfer-Volldraht $\geq 50 \text{ mm}^2$) 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 abgelenkt verläuft, und der Blitz an dieser Stelle sicher nicht korrekt zur



Erde abgeleitet wird, und stattdessen ggf. unter Erzeugung eines gefährbringenden Lichtbogens unkontrolliert abspringt. Gefährlich ist es auch, wenn der zu berechnende **Trennungsabstand** „s“ (*seperate distance*) zu elektrischen Einrichtungen und leitfähigen Installationen nicht eingehalten wird und mögliche Lichtbögen zu Bränden führen könnten. (VDE 0185-305-3)

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 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 zukommen 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 in § 49 im Energie Wirtschaftsgesetz (EnWG) gibt, wonach bei Einhaltung der VDE-Bestimmungen (Mindestanforde-

rung) von fachlich korrekter Arbeit ausgegangen wird. (Noch) nicht normativ geforderte, aber unter Fachleuten bekannt 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 **Niederspannungs-Anschluss-Verordnung** (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. hervorgehoben 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! Dieser ist von Blitzschutzfachkräften zu installieren.



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. In nur wenigen 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 wegen der Impulsform an die Bauteile gemäß EN 50164 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!

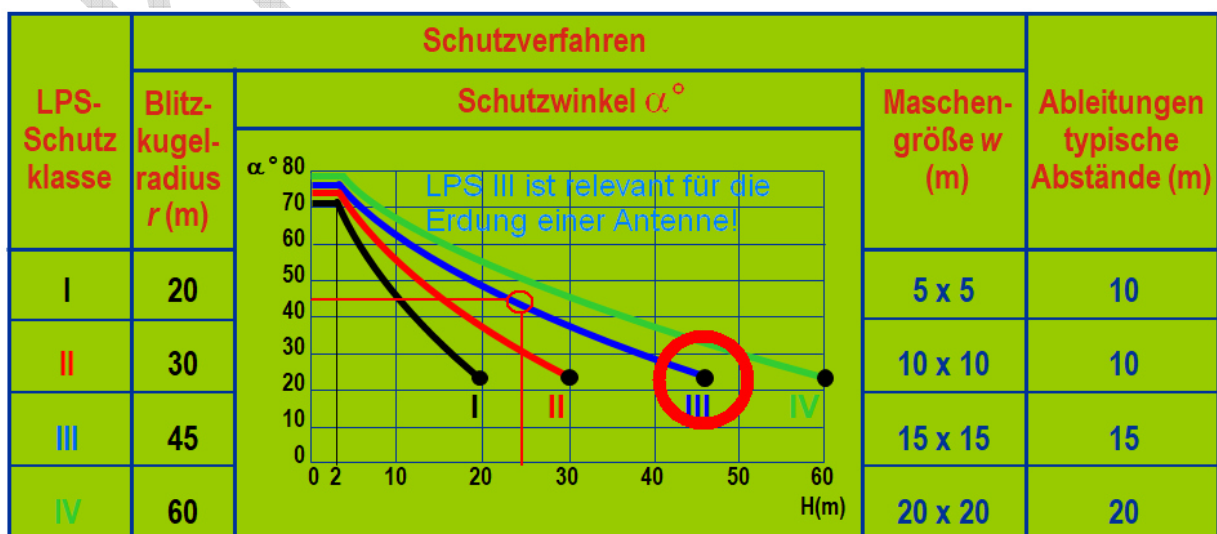
Denken Sie an mögliche Ausfallzeiten und Datenverluste in EDV- Anlagen, achten Sie auf die hier zusätzlich zu empfehlenden Maßnahmen des äußeren und inneren Blitzschutzes!

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 Elektro-/ Blitzschutzfachkräften zu kooperieren. Lt. Norm ist es ohnehin aus guten Gründen notwendig einer Blitzschutzfachkraft die im Flussdiagramm der VDE 0855-1 rot gerahmten Aufgaben zu übertragen. Geeignete Fachkräfte findet man u.a. im Blitzschutzkräfteverzeichnis des VDE.
<https://www.vde.com/de/blitzschutz/blitzschutzfachkraefte>

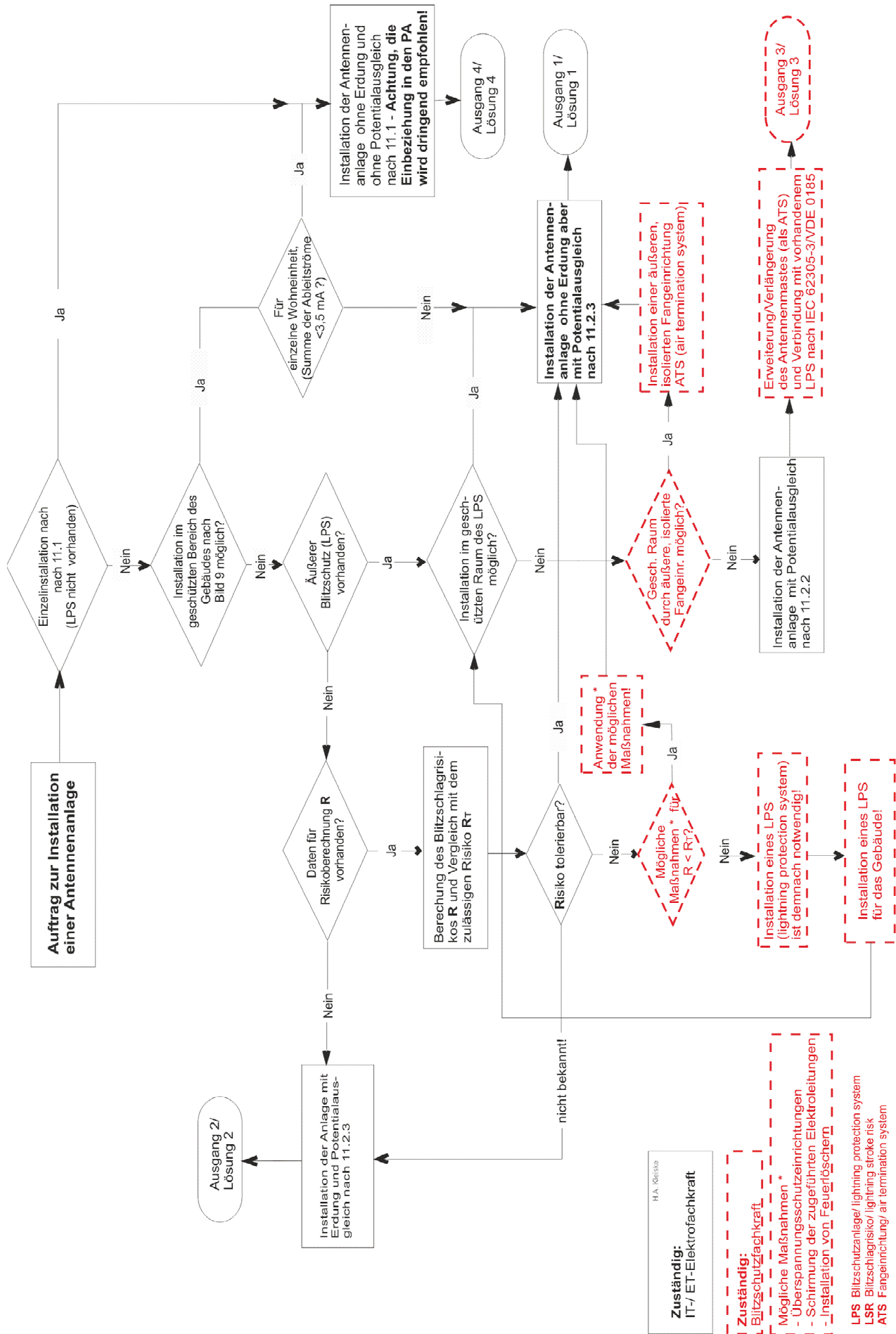
Die folgende Tabelle lässt z.B. erkennen, dass bei der für den Antennenbau relevanten LPS III bei einer angenommenen Antennenhöhe von ca. 25 m ein Schutzwinkel von ca. 45 Grad für die darunter montierten Anlagenteile angenommen werden kann. Bei ca. 10 m lässt sich der Grafik nach ein Schutzwinkel von > 60 Grad ablesen.

Sofern also isolierte Fangstangen installiert werden, lässt sich somit gemäß folgender Grafik ein relativ großer, kegelförmiger Schutzbereich unterhalb der Fangstange für die dort befindlichen Anlagenteile und auch die Verkabelung mit relativ wenig Aufwand erreichen. Ebenso würde eine „normale“ Fangstange eines Gebäudeblitzschutzes bei entsprechender Dimensionierung einen mehr oder weniger großen Schutzbereich erzeugen.



Anhand der Bilder 11 – 13 der EN 60728 werden verschiedene bauliche Situationen u.a. mit isolierten Fangeinrichtungen beispielhaft für den Praktiker dargestellt. Der Antennenmast ist in diesen Fällen nicht direkt mit der Erdungsanlage des Gebäudes, sondern nur mit dem Potentialausgleich verbunden. So ist es leicht möglich die Schleifenproblematik beim Potentialausgleich zu entschärfen. Weitere Bilder stellen u.a. die direkte Masterdung und Verbindungen zum Potentialausgleich dar.

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 9 der EN 60728-11)
Lösung 1b:	Nutzung des geschützten Bereichs einer vorhandenen oder noch zu errichtenden Gebäude-Blitzschutzanlage. (s. Bild 11 der EN 60728-11 u. IEC 62305-3)
Lösung 1c:	Nutzung des geschützten Bereichs einer isolierten Fangeinrichtung (s. Bilder 12 u. 13 der EN 60728-11 u. IEC 62305)
Lösung 1d:	Sofern lt. Risikoberechnung $R \leq R_T$ (s. Bild 16 der EN 60728-11 u. IEC 62305-2) und keine Blitzschutzanlage vorhanden ist, ist kein weiterer Blitzschutz notwendig.
Lösung 2:	Anlage mit direkter Erdung und Verbindung zur HES (Gebäude ohne Blitzschutzanlage, keine Daten für die Risikoberechnung vorhanden oder anwendbar - Siehe Bild 15 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 14 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 Definition unter 11.1 der EN 60728-1. Bei dieser Lösung werden Erdung und 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 <u>dringend empfohlen!</u>	



Flussdiagramm zur Auswahl des geeigneten Schutzverfahrens für Antennenanlagen gegen atmosphärische Überspannungen (Blitzeinwirkung) in Anlehnung an DIN EN 60728-11 (VDE 0855-1):2017-10

Trennungsabstands-Berechnung

Werte zur überschlägigen 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.)

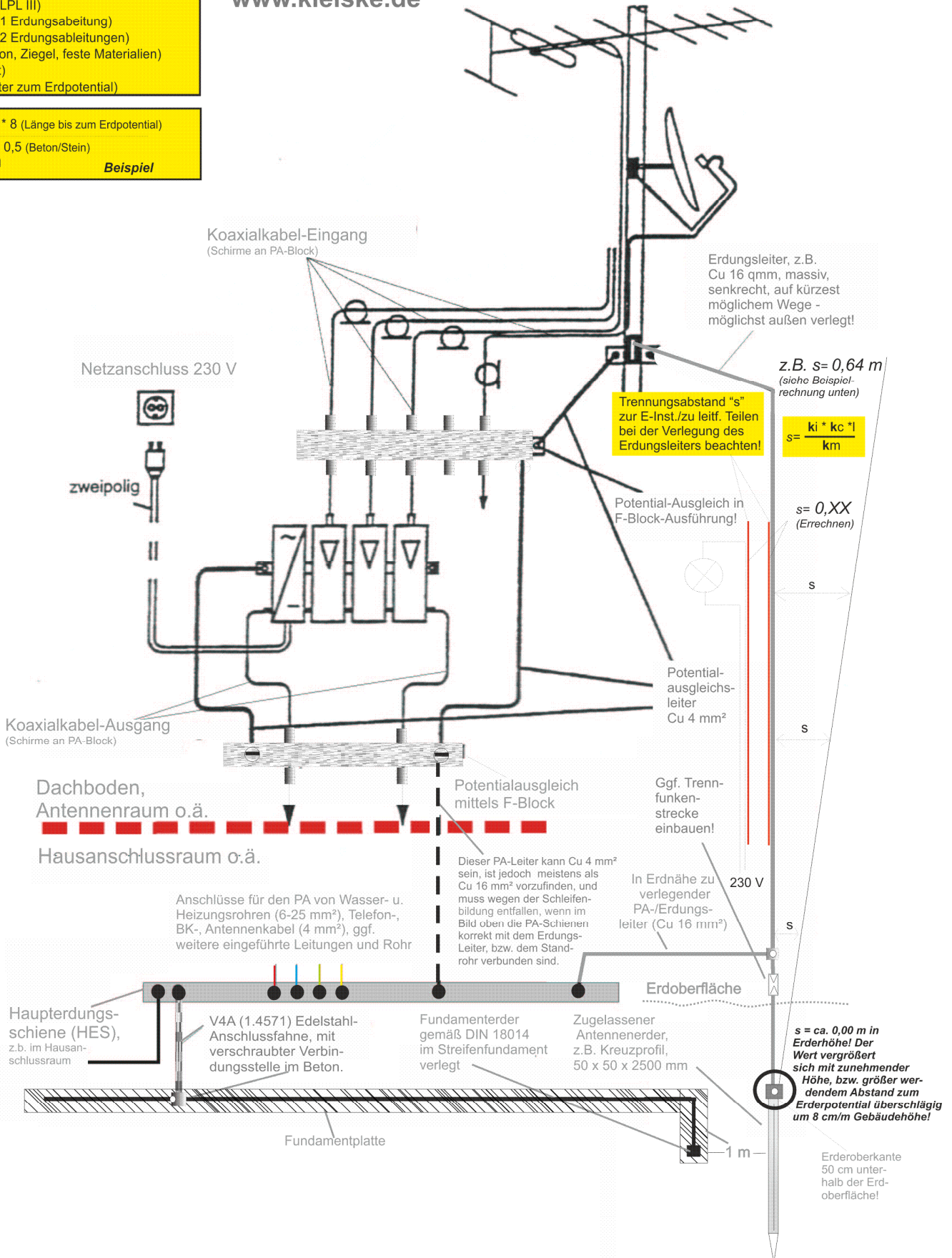
ki = 0,04 (bei LPL III)
 kc = 1 (bei 1 Erdungsableitung)
 kc = 0,5..1 (bei 2 Erdungsableitungen)
 km = 0,5 (Beton, Ziegel, feste Materialien)
 km = 1 (Luft)
 l = x,xx (Meter zum Erdpotential)

$s = \frac{0,04 * 1 * 8 \text{ (Länge bis zum Erdpotential)}}{0,5 \text{ (Beton/Stein)}}$
s = 0,64 m *Beispiel*

Erweiterte Darstellung der zu berücksichtigenden 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



Die folgende Tabelle stellt die Temperaturerhöhungen gebräuchlicher Leiter und Querschnitte in Relation zu den zu erwartenden Blitzströmen dar. An dieser Stelle ist u.a. erkennbar, dass sich Kupfer mit einem Querschnitt von 16 mm² bei einer 100 kA-Blitzentladung nur unwesentlich erwärmt.

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 mm ²	4,5 mm	146	454	x	1120	x	x	56	143	309	x	x	x
50 mm ²	8 mm	12	28	52	37	96	211	5	12	22	190	460	940
78 mm ²	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! Achtung: bei 100 kA Strom durch 16 mm² Kupfer nur 56 K Erhöhung!

Die VDE 0855-1 unterscheidet hinsichtlich der Verpflichtungen zur Herstellung einer Erdung für die Antenne und der notwendigen Maßnahmen zur Herstellung eines Potentialausgleichs 4 Fälle.

Hinsichtlich der Bewertung des maximalen Risikowertes, der für ein Gebäude als zulässiges Risiko noch gerade erlaubt wäre, ist festgelegt, dass für den Fall, dass keine lokalen Vorschriften einer Rechtsbehörde vorliegen die Risiken nach IEC 62305-2:2010, Tabelle 4 zu bewerten sind.

Wer hier als Elektrofachkraft keinen Zugang zu den Computerprogrammen der nationalen Normungsorganisation hat und auch nicht weiß, was hinter den Berechnungen gemäß IEC 62305-2 steckt, kann mit den Zehnerpotenzen der Verlusttabelle vermutlich auch nicht viel anfangen und muss zu der Erkenntnis kommen, dass man nicht alles selbst richtig machen kann und permanent an Fortbildungen in allen Bereichen teilnimmt oder solche Aufträge ggf. mit Kooperationspartnern

gemeinsam - normativ korrekt - abarbeitet.

Verlust menschlichen Lebens ($R_T = 10^{-5}$)

Verlust öffentlicher Dienstleistungen ($R_T = 10^{-4}$)

Verlust kulturellen Erbes ($R_T = 10^{-3}$)

Nachstehend noch einmal eine Zusammenfassung möglicher Anwendungsfälle.

Fall A: Erdung und Potentialausgleich müssen gemäß Lösung 2 installiert werden, wenn

1. ein Blitzschutzsystem nicht vorhanden und auch nicht vorgeschrieben ist.
2. Daten für eine Risikobewertung nicht vorhanden oder anwendbar sind.

Fall B: Keine Erdung des Antennenmastes als Schutz gegen atmosphärische Überspannungen (Blitz) erforderlich, jedoch Herstellung des Potenti-

alausgleichs mit 4 mm² ungeschützter oder mit 2,5 mm² geschützter Verlegung zur Haupterdungsschiene müssen gemäß Lösung 1 installiert werden, wenn ...

1. ein Blitzschutzsystem nicht vorhanden und auch nicht vorgeschrieben ist.
2. Die Auswertung der Daten für eine Risikobewertung möglicher Blitzeinwirkungen auf das Gebäude und die Antennenanlage ergeben hat, dass das errechnete Risiko gleich oder geringer zum maximal zulässigen Wert ist.

Fall C: **Es ist keine Erdung** des Antennenmastes als Schutz gegen atmosphärische Überspannungen (Blitz) erforderlich, **jedoch die Herstellung des Potentialausgleichs** wenn ...

1. ein Blitzschutzsystem nicht vorhanden ist.
2. die Auswertung der Daten für eine Risikobewertung möglicher Blitzeinwirkungen auf das Gebäude und die Antennenanlage ergeben hat, dass das errechnete **Risiko gleich oder größer** dem maximal zulässigen Risikowert ist. In diesem Fall ist es gemäß IEC 62305-4 möglich, risikoreduzierende Maßnahmen zu ergreifen, die in der Neuberechnung des Risikos zum Ergebnis $R \leq R_T$ kommen.

Hier zulässige Maßnahmen, wie z.B.

- Einbau von Überspannungsschutzeinrichtungen gemäß IEC 62305-4.
- Schirmung der unterirdisch oder oberirdisch verlegten Stromversorgungsleitungen.
- Installation von Feuerlöschern ...

... sind von einer Blitzschutzfachkraft unter Betrachtung der Bedingung, dass R gleich oder größer R_T ist, in Erwägung zu ziehen.

Sofern durch solche Maßnahmen die Bedingung $R < R_T$ erreicht werden kann, müssen diese getroffen werden. Somit ist dann ein Blitzschutzsystem entbehrlich geworden und die Anlage kann kostengünstig gemäß Lösung 1 errichtet werden.

Fall D: – **Ein Blitzschutzsystem muss** durch eine für diese Arbeiten zugelassene Blitzschutzfachkraft vor der Errichtung der Antennenanlage errichtet werden, wenn trotz risikominimierender Maßnahmen die Bedingung $R \leq R_T$ nicht erreicht werden konnte.

Nach Errichtung des Blitzschutzsystems gelten die unter Punkt 11.2.2. in der Norm beschriebenen Bedingungen.

Um den dauerhaften Schutz der Antennenanlage durch die Blitzschutzanlage zu gewährleisten, sollte diese nach IEC 62305-3:2010 überprüft werden.

Die vorstehende Kommentierung sollte jede verantwortliche Elektrofachkraft für sich selbst mit den eigenen Fachkenntnissen kritisch bewerten und als Anregung für weitere Überlegungen nehmen! Ein Normtext und die bildlich beispielhafte Darstellung von praktischen Fällen, entbinden nicht von eigenen Überlegungen bei nicht beschriebenen Sonderfällen und der Verantwortung für die errichtete Anlage.