

# Erfahrungen bei der Prüfung von Blitzschutzsystemen

Vojtech Kopecky, Sachverständigenbüro Kopecky, Aachen, Deutschland

## Kurzfassung

Seit der Gültigkeit der neuen Blitzschutzvorschriften [1 – 4] und dadurch, dass keine weitere Wahl zwischen den zurückgezogenen Normen, Vorschriften und Entwürfen besteht, hätte man erwarten können, dass die Planungen, Installationen und Prüfungen nur nach diesen Blitzschutzvorschriften [1 – 4] ausgeführt werden. Die Situation war jedoch anders, und deshalb habe ich für die Leser diesen Beitrag über meine Erfahrungen und die meiner Kollegen geschrieben. Dabei handelt es sich um die am häufigsten wiederholten Fehler bei der Planung, dem Bau und der Prüfung. Ziel dieses Beitrags ist, dass sich im ersten Jahr nach der Gültigkeit der EN-Blitzschutznormen [5 – 8] die Situation der vorherigen Jahre, mit der Unsicherheit bei den Ausführungen, nicht mehr wiederholen soll.

Hier kann eigentlich nur ein Fall pro Abschnitt beschrieben werden. Die Blitzschutz-Sachverständigen beurteilen hauptsächlich die Ursachen bei Schadensfällen oder neue Anlagen. Dadurch haben sie überwiegend Erfahrungen mit sehr schlechten, aber natürlich auch mit vorbildlichen Anlagen. Das bedeutet, dass die folgenden Beispiele nicht vollständig der Situation auf dem Blitzschutzgebiet entsprechen. Die Situation muss hier aber erwähnt werden, um auch andere darüber zu informieren, welche Fehler hauptsächlich bei der Planung, dem Bau und der Prüfung entstehen.

## 1 Blitzschutzsystem-Planung

### 1.1 Blitzschutzklassen-Ermittlung

Am Anfang jeder Planung eines Blitzschutzsystems muss der Planer die Blitzschutzklasse der zukünftigen baulichen Anlage ermitteln. Ohne diese Ermittlung kann er keine fachgerechte Planung eines Blitzschutzsystems durchführen. Für diesen Plan muss er auch den spezifischen Bodenwiderstand der Erde ermitteln und ob er z. B. den Fundamenterder an der baulichen Anlage mit der Blitzschutzklasse I und II durch eine zusätzliche Erdungsanlage erweitern muss.

### 1.2 LPMS-Schutzmanagement

Die Erfahrungen zeigen, dass früher das LEMP- oder das jetzige LPMS-Schutzmanagement ein oft unbekannter Begriff bei Architekten und Elektroplanern ist. Der Sinn eines LPMS-Schutzmanagements besteht darin, ein fachgerechtes Blitzschutzzonenkonzept zu erstellen, da – wie z. B. schon vorher beschrieben – die einzelnen Maßnahmen ohne Koordination zwischen den Architekten und Planern der einzelnen Installationen nicht ausreichend sind. In jedem Fall sind eine Überprüfung der Planung und begleitende Kontrollen wichtig.

*Beispiel:* Zum LPMS-Schutzmanagement gehört auch die einfache Entscheidung des Planers, dass z. B. an einer Ecke der baulichen Anlage eine Überwachungskamera mit Beleuchtung und keine Ableitung installiert wird oder umgekehrt. Unzureichende Trennungs-

abstände zwischen den Beleuchtungen und Ableitungen sind oft festzustellen.

### 1.3 Prüfung der Planung

*Beispiel:* In den vorgelegten Plänen einer baulichen Anlage mit zwei Etagen unterhalb der Erdebene wurden Cu-Erdseile unterhalb der Fundamente geplant und auch teilweise schon verlegt. Diese bauliche Anlage wurde jedoch in einer Bergregion gebaut. Der Elektroplaner wusste aber nicht, wie hoch der spezifische Bodenwiderstand in der Tiefe der beiden Etagen (7 m tief) ist. Die Cu-Erdseile wurden aber bereits teilweise verlegt. Bei der Kontrolle durch die Messung wurde der Erdungswiderstand der Cu-Erdseile als mangelhaft festgestellt, weil die Cu-Erdseile eigentlich nur in Felsen unterhalb des Fundaments verlegt waren. Dort ist kein guter Erdkontakt. Erst bei der Betonierung der Wände auf Erdebene (-1 m) konnten die neuen Fahnen aus der Betonwand herausgeführt und durch Kombination von Strahlen- und Ringerdern neben der baulichen Anlage die Erdungsanlage verbessert werden. Erst in der oberen Erdschicht, wo sich keine Felsen befanden, hatte die Erdungsanlage guten Kontakt mit der Erde.

Das ist eines von mehreren Beispielen, wie durch eine Prüfung der Planung nicht nur fachgerechter Blitzschutz geplant, sondern auch überflüssige Ausgaben gespart werden können. In dem genannten Fall sollte die vorherige Messung des spezifischen Bodenwiderstandes in allen Tiefen durchgeführt werden.

## 2 Blitzschutzsystem-Prüfung

### 2.1 Erdungsanlagen

Bei den Prüfungen von Erdungsanlagen mit Blitzschutzsystemen, die älter als 10 Jahre sind, muss die Kontrolle der Korrosion durch eine Probegrabung gemacht werden.

*Beispiel:* Dabei kann man auch die „Verbesserungsmaßnahmen“ der vorherigen Blitzschutzbaufirma feststellen. Auf **Bild 1** sieht man, dass die Installationsfirma der Erdungsanlage unterhalb der Trennstelle im Trennkasten noch eine Verbindung zwischen dem Erder und der Ableitung hergestellt hat. So hat die Installationsfirma einen guten „Erdungswiderstand“ für immer geschaffen, was jahrelang von einer Prüforganisation als guter Widerstand gemessen oder auch nicht gemessen wurde.



**Bild 1** Ableitung und Erder unterhalb der Trennstelle sind kurzgeschlossen

### 2.2 Korrosionsschutz

Häufig werden von den Prüfern bei Kontrollen der Blitzschutzsysteme mit Messstellen auf dem Dach nicht mehr die ehemaligen Messstellen unten in den Trennstellenkästen oder die Erdereinführungen kontrolliert.

*Beispiel:* Oben auf dem Dach waren die Trennstellen an der Blechkante verlötet. Dadurch wurde auf dem Dach, wie bei dem vorherigen Beispiel, nur der Schleifenwiderstand über die Blechkante gemessen. Die Austritte unten aus dem Erdbereich, die komplett durchgerostet waren, wurden nicht kontrolliert (**Bild 2**).



**Bild 2** Durchgerostete Erdereinführung ohne Korrosionsschutz

### 2.3 Schritt- und Berührungsspannung

Die Schutzmaßnahmen gegen Schritt- und Berührungsspannung werden von den Planern nicht spezifiziert und von den ausführenden Firmen oft nicht durchgeführt. Die Begründungen bei den Abnahmen lauten z. B., dass der Auftraggeber die Maßnahmen nicht bestellt hat oder dies niemand macht. Die Blitzschutzbaufirma muss eine eventuelle Gefahr von Schritt- und Berührungsspannung im eigenen Prüfbericht erwähnen, auch wenn die Arbeiten nicht bestellt wurden. Dies ist damit gleichzusetzen, wenn die Blitzschutzbaufirma z. B. nicht für den inneren Blitzschutz beauftragt wird.

*Beispiel:* Eine Blitzschutzbaufirma hat eine sehr gute Potenzialausgleichsteuerung unterhalb des überdachten Eingangsbereichs eines Ladens installiert. Die Potenzialsteuerung wurde mit für diesen Zweck hergestellten Edelstahlplatten durchgeführt. Vergessen wurde, das leitfähige Reganfallrohr, das auf dem Dach mit der Fangeinrichtung verbunden war unten mit der Potenzialsteuerung zu verbinden. Das Reganfallrohr befand sich genau an der Stelle des Abstellplatzes der Einkaufswagen, wo, wie die Messung ergab, kein einziges Geländer in den Potenzialausgleich einbezogen wurde.

### 2.4 Fundamenterder

Wie in Abschnitt 2.1 schon geschrieben wurde, muss der Fundamenterder mit einem kleineren mittleren Radius  $r_c$  der Fläche des Fundamenterders oder auch des Ringenders entsprechend der Blitzschutzklasse I und II durch weitere Erdungsmaßnahmen nach [7] Abschnitt 5.4.2.2 erweitert werden. Bei einem Ringender ist dies auch nachträglich realisierbar. Bei einem Fundamenterder mit einem kleineren mittleren

Radius  $r_e$  der Fläche müssen aber die Anschlussfahnen des Fundamenterders entsprechen dem Abstand der Ableitungen aus dem Beton herausgeführt werden. Das wird jedoch überwiegend vergessen, da dies den Planern der Maßnahme oft nicht bekannt ist.

Beim Bau von Stahlbetonwänden werden häufig die waagerechten Verbindungen zwischen den einzelnen Ableitungen nicht durchgeführt. Dies wird aber nicht nur von den „Blitzschutznormen“ vorgeschrieben, sondern auch von den Telekommunikationsnormen [10], wenn in den baulichen Anlagen elektronische Einrichtungen der Telekommunikationstechnik vorhanden sind (PC, Gefahrenmeldeanlagen usw.).

## 2.5 Ableitungen

Mittlerweile kennt fast jeder Monteur die Abstände zwischen den Ableitungen bei den Blitzschutzklassen, aber die Ringleiter zwischen den Ableitungen werden vergessen oder von Anfang an nicht geplant. Durch die Ringleiter wird teilweise der Trennungsabstand verbessert und reduziert die Gefahr von Schritt- und Berührungsspannung. Alle stromleitfähigen Teile, die mit der Fangeinrichtung auf dem Dach verbunden sind, müssen unten geerdet oder mit dem Blitzschutzpotenzialausgleich verbunden werden. Auf **Bild 3** ist die nicht fachgerechte „Erdung“ eines Regenfallrohrs zu sehen, die auch als Ableitung benutzt wurde.



**Bild 3:** Nicht fachgerechter Regenfallrohranschluss

## 2.6 Fangeinrichtung

Die Fangeinrichtungen werden in den letzten Jahren deutlich besser als früher ausgeführt. Die neuen Fangeinrichtungen auf Flachdächern sind fast mangelfrei, außer durch Näherungen mit den Elektroinstallationen. Die Probleme bestehen hauptsächlich bei hohen Gebäuden, wo der Trennungsabstand schwer realisierbar ist. In solchen Fällen müssen die Prüfer, wenn Sie diese Näherungen entdecken, dies in ihrem Prüfbericht vermerken.

Weiterhin bestehen noch Mängel bei Satteldächern, wo oft die Firstleitung durch den Schutzbereich nicht das gesamte Dach schützt. Hier muss die Ausführung z.B. durch eine maschenförmige Fangeinrichtung verbessert werden.

Häufig befindet sich unterhalb des Firstes oder auch der Gauben die Elektroinstallation, und die Elektro- oder Blitzschutzbaufirmen müssen Elektroinstallationen verlegen oder die Blitzschutzbaufirmen eine getrennte Fangeinrichtung installieren.

## 2.7 Blitzkugelverfahren

Die beste Alternative für die Planung einer Fangeinrichtung ist das Blitzkugelverfahren, die aber nur in Ausnahmefällen von den Blitzplanern praktiziert wird. Es ist möglich, dass mit der klassischen Fangeinrichtung ein größerer Materialverbrauch begründet wird. Auf **Bild 4** sieht man eine Reihe von Fangstangen an den Dachfenstern. Wenn die Dachfenster nach dem Blitzkugelverfahren geschützt würden, würde man nur 25 % der Fangstangen und des Zubehörs benötigen. Die Ausführung ist zwar kein Mangel, aber das Material könnte an anderer Stelle benutzt werden, die weiterhin ungeschützt waren.



**Bild 4:** Zu viele Fangstangen an Dachfenstern

## 2.8 Dachaufbauten

In den letzten Jahren werden die Dachaufbauten mit leitfähiger Verbindung ins Gebäudeinnere durch getrennte Fangeinrichtungen oder mit dem DEHNconductor-System geschützt. Die Maßnahmen werden überwiegend fachgerecht ausgeführt, aber fast immer sind die Elektrokabel der Dachaufbauten nicht durch Überspannungsableiter geschützt, weil die Blitzschutzbaufirmen dafür nicht beauftragt wurden.

In dem Prüfbericht muss dies aber erwähnt werden, was nicht immer geschieht. Das Problem bei den Installationen der getrennten Fangeinrichtungen der Dachaufbauten besteht aber weiterhin häufig darin,

dass sie z. B. direkt in unmittelbarer Nähe der leitfähigen Blechkante, die mit der Fangeinrichtung verbunden ist, installiert wird oder die Fangleitungen entlang des „geschützten“ Dachaufbaus verlegt wird. Dadurch wird die eingefangene Blitzenergie teilweise direkt erneut in den „geschützten“ Dachaufbau eingeführt.

## 2.9 Getrennte Fangeinrichtung

Oben wurde schon beschrieben, dass die Probleme oft durch die leitfähigen Materialien an der baulichen Anlage entstehen. Das sind z. B. die Blechkanten, Rohre, Dachrinnen, Schneefanggitter oder andere Metallkonstruktionen. Die Dachdeckerfirmen wechseln nicht nur die Rinnen und Regenfallrohre, sondern auch die Blechkanten gegen PVC-Kanten. Auf **Bild 5** ist eine dieser PVC-Abdeckungen an der Stelle des Windmessgerätes zu sehen. Die Fangspitzen rechts und links vom Windmessgerät gewährleisten den Schutzbereich für das Windmessgerät.



**Bild 5:** Geschütztes Windmessgerät an einer PVC-Außenkante

Bei höheren baulichen Anlagen entstehen auch Näherungen mit Installationen die innerhalb der baulichen Anlage liegen. Näherungen entstehen nicht in Stahlhallen oder Stahlbetongebäuden, wenn die Moniereisen angeschlossen und geerdet sind.

Bei anderen Fällen, wie gemauerten Gebäuden muss auch die Fangeinrichtung um den Trennungsabstand vergrößert werden. Die Installationen sind z.B. mit ISO-Distanzhalter wie auf **Bild 6** zu sehen, durchgeführt. Die Fangspitzen sind auf den „ISO-Fangstangen“ installiert. Dadurch ist überall der Trennungsabstand vergrößert.

In diesem konkreten Fall auf **Bild 6** sind die Fangspitzen an den „ISO-Fangstangen“ befestigt und nach dem Blitzkugelverfahren wird das gesamte Dach geschützt.



**Bild 6:** Eine höherliegende Fangeinrichtung

## 2.10 Trennungsabstand

In der früheren Vornorm [3] hat die Breite der baulichen Anlage keinen Einfluss auf die Ermittlung des Trennungsabstands (Lotrechtlicher Abstand).

Nach den neuen Normen müssen jetzt auch die waagerechten oder schrägen Breiten der baulichen Anlage addiert werden. Genau wird in der Norm [7], Abschnitt 6.3 „Elektrische Isolierung von äußeren Blitzschutzsystemen“ erwähnt, dass die berechnete Länge die Länge entlang der Fangeinrichtung und der Ableitung in Metern von dem Punkt an ist, an dem der Trennungsabstand ermittelt werden soll, bis zum nächstliegenden Punkt des Potenzialausgleichs.

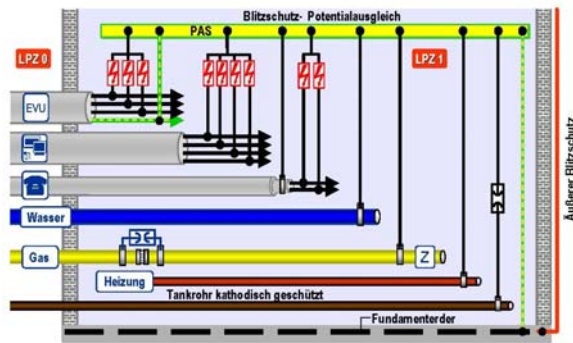
Der ermittelte Trennungsabstand gilt nur zwischen den Blitzschutzteilen und Einrichtungen, die auch mit dem Blitzschutzpotenzialausgleich verbunden sind.

Nach Informationen des ABB/VDE ist mit dem Punkt Potenzialausgleich die Potenzialausgleichsebene gemeint.

## 2.11 Blitzschutzpotenzialausgleich

In den Blitzschutzpotenzialausgleich müssen alle ins Gebäude eintretenden und austretenden stromleitfähigen Einrichtungen wie Rohre, Elektrokabel usw. einbezogen werden. Bei den Kontrollen entdeckt man häufig nur die Maßnahmen an nicht unter Spannung stehenden oder wenn doch, dann an Energieversorgungskabeln, die über Blitzstromableiter mit dem Potenzialausgleich verbunden sind. Sehr selten sind die Telekommunikationskabel in den Blitzschutzpotenzialausgleich (**Bild 7**) einbezogen. Oft wird auch der Kabelschirm nicht mit dem Potenzialausgleich verbunden, was auch andere Normen der Reihe DIN VDE 0100 und 0800 vorschreiben. Im Literaturverzeichnis werden nur die [9, und 10] erwähnt.





**Bild 7:** Blitzschutzpotenzialausgleich

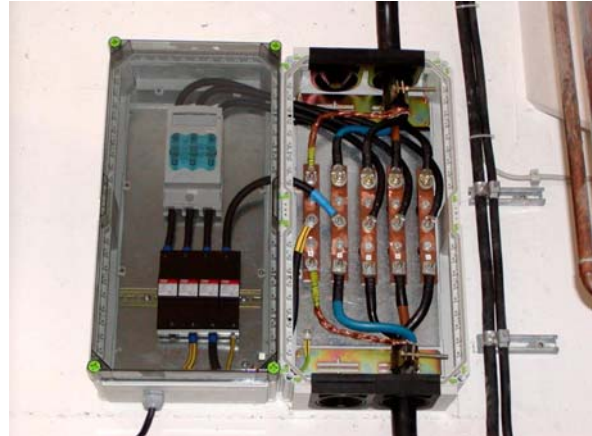
## 2.12 Telekommunikationskabel

Zu den Telekommunikationskabeln gehören nicht nur die „Telefonkabel“, sondern auch die Breitbandkabel, Antennenkabel, Videokamerakabel und die Kabel für die Datenübertragung. All diese Kabel müssen bei baulichen Anlagen mit Blitzschutzsystemen bei Gebäudeeintritt (Blitzschutzzone LPZ) durch Blitzstromableiter geschützt werden. Wenn das Kabel einen ausreichenden blitzstromtragfähigen Kabelschirm hat, der auch geerdet ist, kann man rechnerisch nachweisen, dass kurze Kabel keine Überspannungsableiter haben müssen. Die Kabelschirme müssen aber immer geerdet werden. Wenn zwei bauliche Anlagen, die mit dem Telekommunikationskabel verbunden sind und nicht auf dem gleichen Potenzial liegen, aus unterschiedlichen Energienetzen stammen oder durch das TN-S-System eingespeist werden, müssen die Kabelschirme über die Überspannungsableiter mit dem Potenzialausgleich verbunden werden. Für die Maßnahmen gegen Ausgleichsströme zwischen den baulichen Anlagen über die Leitungen sind meistens die Blitzschutzbaufirmen nicht zuständig. Deshalb werden die Maßnahmen hier nicht näher beschrieben.

## 2.13 Ausstülpung der Blitzschutzzonen

Die Ausstülpung der Blitzschutzzonen ist ein bekannter Begriff, der aber überwiegend falsch ausgeführt wird. Die Blitzstromableiter werden hauptsächlich an den Elektrohauptverteiltern angeschlossen. Die Elektroverteiler werden auch oft in der Gebäudemitte installiert und das Energieanschlusskabel wird nicht – wie die Norm dies vorschreibt – separat oder geschirmt installiert, sondern oft parallel mit anderen Kabeln in dem Kabelkanal oder auf der Kabelpritsche. Von dem Elektroverteiler wird dann die alternativ abgeleitete Überspannungsenergie über die gleiche Trasse abgeleitet. Bei solchen Ausführungen entstehen große Kopplungen in parallel verlegten Kabeln. Wenn eine saubere Ausstülpung der Anschlussleitungen nicht gut realisierbar ist, müssen auch die „dicken“ Elektrokabel bei Gebäudeeintritt geschützt und

dort die Blitz-/Teilblitzenergie schon über die Blitzstromableiter abgeleitet werden. Mehrere Hersteller haben bereits im Herstellungsprogramm Gehäusen inklusive eingebauten Blitzstromableiter, die bei Gebäudeeintritt installiert werden können. Auf **Bild 8** sieht man eine ähnliche Ausführung, die noch mit eigenen Kräften von einem Elektromeister durchgeführt wurde.



**Bild 8:** Installierte Blitzstromableiter bei Gebäudeeintritt.

## 2.14 Überspannungsschutz

Die Überspannungsableiter-Hersteller haben immer bessere Blitz- und Überspannungsableiter und ausgezeichnete Informationen über die Installationen. Aber Monteure lesen vor Ort wahrscheinlich die Einbauanweisungen nicht, die den Produkten beigelegt sind. Man findet immer noch nicht fachgerecht installierte Überspannungsableiter. Die wichtigsten Mängel sind lange Anschluss- und Erdungsleitungen, nicht angeschlossene PE-Leiter und nur die Verbindung zur Potenzialausgleichsschiene. Ein großes Problem sind auch die Kopplungen zwischen den geschützten und ungeschützten Leitungen, wenn sie nicht geschirmt sind.

## 2.15 Potenzialausgleich

Bei einem nicht ausgeführten Potenzialausgleich findet man hauptsächlich Schäden an elektronischen Einrichtungen.

Das Potenzialausgleichsnetzwerk muss für die höchsten Frequenzen installiert werden, die eine ausreichend niedrige Impedanz gewährleistet. Zu den höchsten Frequenzen gehören auch transiente Überspannungen, die durch Schaltvorgänge, Kurzschlüsse und atmosphärische Entladungen verursacht werden. Die Norm [10] Abschnitt 6.7.1 über die Installation von Kommunikationsverkabelung enthält ein wichti-

ges Zitat: „Liegen die Erdungssysteme jedoch nicht auf gleichem Potential, beispielweise dann, wenn sie **sternförmig** mit dem Erdungsanschluss verbunden worden sind, fließen überall hochfrequente Streuströme, d. h. auch auf den Signalleitungen. **Die Geräte können gestört und sogar zerstört werden**“.

Die Norm [10] wird hier absichtlich erwähnt, da bei baulichen Anlagen mit einem Blitzschutzsystem, wo nach Norm [7 und 8] noch der sternförmige Potenzialausgleich erlaubt ist, bei baulichen Anlagen mit elektronischen Einrichtungen nur das maschenförmige Potenzialausgleichsnetzwerk zu installieren ist.

Weiterhin ist häufig nicht bekannt, dass die Länge der Verbindung z.B. zwischen einem Strukturelement in einem EDV Raum und der Potenzialausgleichsanlage unterhalb des Doppelbodens 50 cm nicht überschreiten sollte. Aus diesem Grund muss der Potenzialausgleich oberhalb installiert werden, wenn die Kabeleintritte von oben eingeführt sind, oder unterhalb, wenn die Kabeleintritte von unten eingeführt sind.

## 2.16 Raumschirmung

Die nachträglich ausgeführten Schirmungsmaßnahmen in Räumen mit empfindlichen elektronischen Einrichtungen haben sich gut bewährt. Auf **Bild 9** ist eine Schirmung unter der Decke angebracht. Hinter den Wänden ist die tragende Konstruktion für die **Hohlwände** befestigt, an der sich das so genannte Kaninchenraster befindet.



**Bild 9:** Nachträglich geschirmter Raum

## 2.17 Kabelschirm

Es verlangt eine große Überzeugungsarbeit auf den Baustellen und bei Schadensfällen, um klarzumachen, dass ein einseitig geerdeter Schirm nur gegen kapazitive Kopplungen schützt und dass erst ein beidseitig geerdeter Schirm gegen kapazitive und induktive Kopplung schützt.

Die Kabel der Telekommunikationstechnik (Datentechnik usw.) haben sehr selten beidseitig geerdete Kabelschirme.

## 2.18 Zusammenfassung

In einem so kurzen Beitrag kann man nicht alle Erfahrungen bei der Prüfung von Blitzschutzsystemen beschreiben. Bei der Planung, dem Bau und der Prüfung von Blitzschutzsystemen müssen alle Beteiligten sich ständig auf dem Blitzschutzgebiet fortbilden.

## 3 Literatur

- [1] Vornorm DIN V 0185-1 (VDE V 0185 Teil 1): 2002-11; Blitzschutz Teil 1: Allgemeine Grundsätze
- [2] Vornorm DIN V 0185-2 (VDE V 0185 Teil 2): 2002-11; Blitzschutz Teil 2: Risiko-Management: Abschätzung des Schadensrisikos für bauliche Anlagen
- [3] Vornorm DIN V 0185-3 (VDE V 0185 Teil 3): 2002-11; Blitzschutz Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen
- [4] Vornorm DIN V 0185-4 (VDE V 0185 Teil 4): 2002-11; Blitzschutz Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlage
- [5] DIN EN 62305-1 (VDE 0185-305-1): 2006-10; Teil 1: Allgemeine Grundsätze
- [6] DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2): 2006-10; Teil 2: Risiko-Management
- [7] DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3): 2006-10; Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen
- [8] DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4): 2006-10; Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen
- [9] DIN EN 50174-2 (VDE 0800 Teil 174-2): 2001-9; Installation von Kommunikationsverkabelung; Teil 2: Installationsplanung und -praktiken in Gebäuden
- [10] DIN EN 50310 (VDE 0800 Teil 2-310): 2006-09; Anwendung von Maßnahmen für Potenzialausgleich und Erdung in Gebäuden mit Einrichtungen der Informationstechnik