

# Planung – EMV-gerecht und tauglich für die Zukunft

Vojtech Kopecky

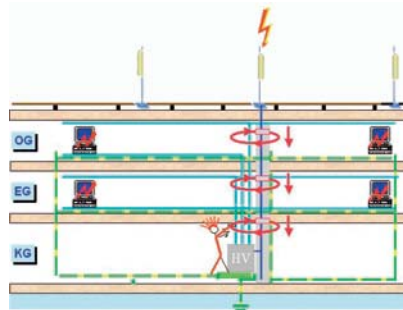
**Planer und Ausführende von Blitzschutzanlagen tragen Mitverantwortung für ein EMV-freundliches Gebäude [1]. Dieser Beitrag kann zwar nicht alle Blitzschutzmaßnahmen beschreiben, jedoch behandelt er die Maßnahmen, die bei falscher Ausführung oder bei Unterlassung die Elektroinstallationen negativ beeinflussen.**

**A** b November 2002 wurden alle bis dahin bestehenden Entwürfe, Vornormen und Normen über Blitzschutzanlagen zurückgezogen. Einer von mehreren Gründen war, dass viele Firmen die Übersicht über die gültigen Normen verloren hatten.

## Die Blitzschutz-Vornormen

Mit gleichem Datum erschienen die neuen Blitzschutz-Vornormen [2 bis 5]. Seit diesem Zeitpunkt gibt es keine Normen für Blitzschutzanlagen. Die ZVEI-Abteilung Recht und öffentliche Aufträge gab für solche Fälle bekannt: »Besteht für eine technische Maßnahme keine anerkannte Regel der Technik, so ist der

Vojtech Kopecky, Sachverständiger für Blitzschutzbau, Aachen



**Bild 1: Keine Teilblitzströme ins Gebäude einleiten**

Stand der Technik anzuwenden.« Zum Stand der Technik zählen auch die Vornormen (Tabelle 1).

Eine der Neuerungen in den Blitzschutz-Vornormen stellt die Abschätzung des Schadenrisikos für bauliche Anlagen dar [2]. Aus der Vornorm lässt sich ermitteln, ob die bauliche Anlage eine Blitzschutzanlage benötigt – unabhängig von den Bauordnungen der Bundesländer oder der Richtlinie VdS 2010 [6]. Die Ergebnisse hängen von mehreren Parametern ab, nicht nur von der Gebäudegröße und der Bauart, sondern auch vom spezifischen Erdungswiderstand, der Blitzhäufigkeit, der relativen Lage der baulichen Anlage, der Zahl und Länge der Anschlusskabel, deren Schirmung sowie von weiteren unterschiedlichen Komponenten. Natürlich hängen die Blitzschutzmaßnahmen auch von der Gebäudeart ab, d.h. welchem Zweck es dient und wie das Gebäude ausgestattet ist. Der Planer erhält als Er-

gebnis der Risikoanalyse eine Zuordnung zu den Blitzschutzklassen I bis IV, ggf. auch das Ergebnis, dass zwar keine äußere Blitzschutzanlage, jedoch Überspannungs-Schutzgeräte erforderlich sind. Nach [6] kann der Planer dies wesentlich einfacher beurteilen, da dort die Tabelle 3 für alle Arten von baulichen Anlagen Blitzschutzklassen ggf. notwendige Überspannungs-Schutzmaßnahmen zuordnet.

## LEMP-Schutz-Management

Ein LEMP-Schutz-Management (Organisation des Schutzes gegen elektromagnetischen Blitzimpuls) enthielt bereits die im Jahr 1997 veröffentlichte Z DIN VDE 0185-103 (Z VDE 0185 Teil 103):1997-09 [7]. Das neue LEMP-Schutz-Management [3] enthält Richtlinien, mit denen Planer und Errichter alle vorgeschriebenen Schutzmaßnahmen, von der fachgerechten Planung bis zur Durchführung der Arbeiten, der Abnahme und der wiederkehrenden Prüfungen planen und organisieren können.

Durch die fachgerechte Planung und Koordination der Planung und der Arbeiten zwischen den einzelnen Gewerken lassen sich falsche Arbeitsausführungen verhindern. Ein wichtiger Teil des LEMP-Schutz-Managements ist die Prüfung der Planung. Erfahrungsgemäß entdeckt man durch diese Prüfung nicht nur eine falsche Planung, sondern verhindert häufig auch überflüssige Geldausgaben.

## Isolierte Fangeinrichtungen

Bei der Betrachtung von Blitzschutzsystemen muss der Planer auch Änderungen in den Vornormen gegenüber früheren Blitzschutznormen berücksichtigen. So darf kein Dachaufbau mit leitfähiger Verbindung nach innen – z.B. Mobilfunkantennen – direkt oder indirekt mit der Blitzschutzanlage verbunden sein (Bild 1). Durch die direkte, aber auch indirekte Verbindung dringen alternative Teilblitze ins Gebäudeinnere und können durch Näherungen und Kopplungen die benachbarten Elektroinstallationen und Einrichtungen gefährden. Durch diese Teilblitze ist auch das Personal im Gebäudeinneren gefährdet.

## Wo steht die Technik?

	Begriff	Merkmale			
		wissenschaftliche Erkenntnis/Bestätigung	praktische Erfahrung vorhanden	in Fachkreisen allgemein bekannt	in der Praxis langfristig bewährt
Entwicklung ↑	Allgemein anerkannte Regeln der Technik	ja	ja	ja	ja
	Stand der Technik	ja	teilweise/bedingt	teilweise	nein
	Stand der Wissenschaft (und Technik)	ja	nein	nein	nein

Quelle: U. Nagel

Tabelle 1: In Deutschland verwendete Begriffsstruktur

Solche Dachaufbauten müssen gegen direkten Blitzschlag mit isolierten Fangeinrichtungen – derzeit gibt es dafür HVI-Leitungen, siehe »Isolierte Ableitungen für äußeren Blitzschutz« in »de« 9/2003, Seite 47 f. – oder in der Nähe befindliche benachbarte höhere Einrichtungen mit Fangeinrichtungen geschützt werden. Damit ist z. B. ein Rückkühlgerät auf dem Dach gemeint, das sich in der Nähe eines Aufzugsaufbaus mit Fangeinrichtung befindet. Der Planer muss dann den Schutzbereich für den Dachaufbau der anderen Fangeinrichtung beurteilen.

Lässt sich die Alternative isolierte Fangeinrichtung nicht realisieren, so müssen die Kabel – z. B. die Anschlusskabel von Mobilfunkantennen – an der Außenwand bis zur Erderebene und dann erst über den Blitzschutzpotentialausgleich (BPA) ins Gebäudeinnere geführt werden.

Der Planer muss z. B. bei seiner Planung auch Klimatechnik, Lüftung usw. aus EMV-Sicht beurteilen. Befindet sich beispielsweise ein Lüftungsrohr oder eine Kühlröhre in der Nähe einer leitfähigen Dachaußenkante, die mit der Fangeinrichtung der Blitzschutzanlage verbunden ist, so hilft es auch nicht, wenn die Einrichtungen durch gut isolierte Fangeinrichtungen geschützt werden.

## Näherungen schon im Planungsstadium berücksichtigen

Leider berühren die meisten Planungen kaum das Thema Näherungen, der Sicherheitsabstand findet kaum Berücksichtigung. Auch Prüfer weisen selten auf bestehende Näherungen der Elektroinstallation mit der Blitzschutzanlage hin.

Bei solchen Näherungen ist nicht nur das Blitzschutzanlage teil von Bedeu-

tung, sondern es kann auch eine in das Blitzschutzsystem einbezogene leitfähige Blechkante, ein Regenfallrohr oder eine andere Einrichtung sein. Auch wenn der Sicherheitsabstand ausreicht, muss der Planer damit rechnen, dass z. B. bei der parallelen Installation der Verkabelung mit einem leitfähigen Teil, welches möglicherweise Teilblitzenergie führen kann, große Kopplungen in ungeschirmten und ungeschützten Installationen entstehen.

## Mehr Sorgfalt und Aufmerksamkeit bei den Erdungsmaßnahmen

Vor der Planung der Blitzschutzanlage mit Blitzschutzklassen I und II nach [4] und [5] muss der Planer den Wert des spezifischen Erdungswiderstands ermitteln. Ohne diese Information kann kein Planer normgerechte EMV-, Blitz- und Überspannungs-Schutzmaßnahmen festlegen. Hierbei entscheidet sich auch, ob die Erdungsanlage ausreichend groß ist und ob z. B. bei einem nicht ausreichend großen Fundamenterder zusätzliche Vertikal- oder Horizontalerder an jeder Ableitung zu installieren sind.

Nicht nur die DIN VDE 0105-100 (VDE 0105 Teil 100): 2000-06 [8] und die DIN VDE 0101 (VDE 0101):2000-01 [9] schreiben eine punktuelle Kontrolle der Erdungsanlagen vor, sondern jetzt auch [4]. Die ersten beiden genannten Normen fordern dies für Erdungsanlagen, die älter als fünf Jahre sind, [4] beschränkt diese Kontrolle auf mindestens zehn Jahre alte Erdungsanlagen. Eine Stichprobengrabung schafft dabei einen Einblick in den Korrosionszustand der Erdungsanlage.

Durch eine baubegleitende Prüfung kann der Prüfer die später nicht mehr zugänglichen Teile wie Erdungsanlage, Fundamenterder und Bewehrungsanschlüsse kontrollieren. In diesem Fall sollte der Prüfer eine Fotodokumentation erstellen.

## Schirmungsmaßnahmen integrieren

Häufig vergessen Planer leider, dass der Fundamenterder und

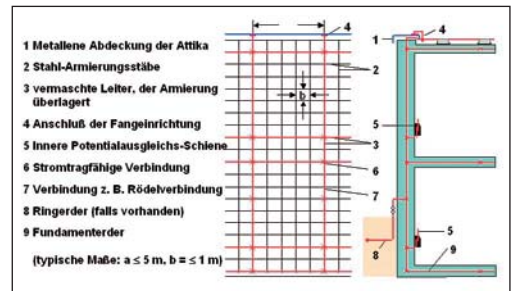


Bild 3: Verbindungen richtig ausführen

die Ableitungen in der Stahlbetonwand auch für Schirmungsmaßnahmen und das Potentialausgleichsnetzwerk verwendet werden müssen. Hierzu gehören sowohl der Fundamenterder und die Ableitungen für die Blitzschutzanlage als auch mindestens je Etage ein horizontal in der Wand verlaufendes Stahlband (Bild 2).

Schon durch die Verlegung dieser Bänder im Stahlbeton und deren fachgerechter und stromtragfähiger Anschluss an die Moniereisen der Wände – also keine Verrödelung – im Abstand von 3 m bis 5 m lassen sich gute Schirmungswirkungen erreichen (Bild 3). Weiterhin verbessert man durch ein überlagertes Gitter die Dämpfung deutlich.

## Aufbau eines Potentialausgleichsnetzwerks

Die Blitzschutznormen erwähnen noch in ihren eigenen Vornormen die Wahl des stern- und maschenförmigen Potentialausgleichs. Der sternförmige Potentialausgleich ist nur noch in einfachen baulichen Anlagen realisierbar. In baulichen Anlagen, die nach der Reihe DIN VDE 0800 [10... 14] gebaut werden, ist hingegen nur noch das maschenförmige Potentialausgleichsnetzwerk (PAN) zulässig.

Der Planer muss das PAN für die höchsten Frequenzen auslegen, die eine ausreichend niedrige Impedanz gewährleisten. Zu den höchsten Frequenzen zählen auch transiente Überspannungen, die aus Schaltvorgängen, Kurzschlüssen und atmosphärischen Entladungen entstehen. In [14] Abschnitt 6.7.1 heißt es: »Liegen die Erdungssysteme jedoch nicht auf gleichem Potential, beispielsweise 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.«

Nach [12] ist in Deutschland für Einrichtungen der Informationstechnik

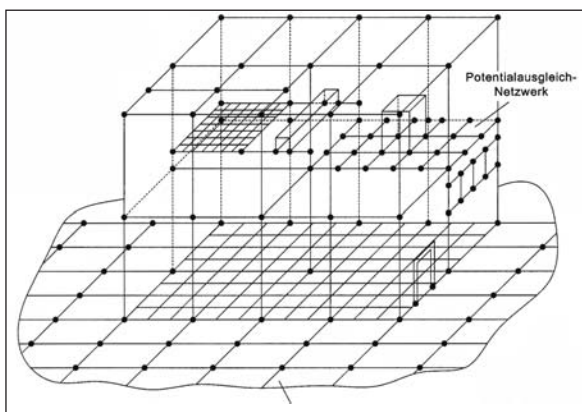
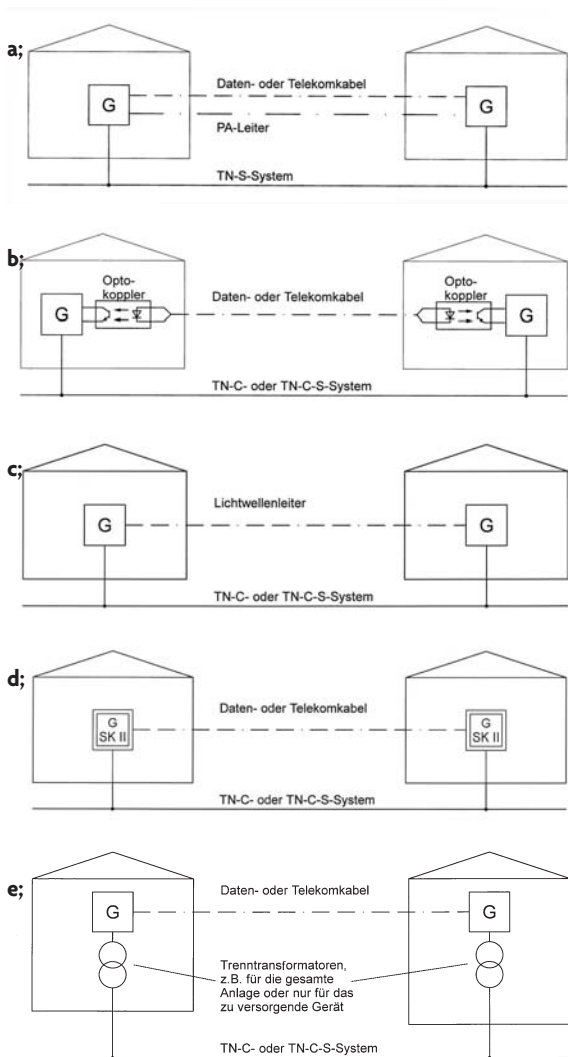


Bild 2: Beispiel für ein Erdungssystem als Kombination eines Potentialausgleichsnetzwerks mit einer Erdungsanlage



**Bild 4: Gefährdete Verbindungen von Steuer- und Meldekreisen zwischen Gebäuden sind durch entsprechende Maßnahmen zu schützen; geeignete Varianten hierfür:**

- a) Potentialausgleichsverbindung**
- b) galvanische Trennung über Optokoppler**
- c) Verwendung der Glasfasertechnik (LWL)**
- d) Einsatz von Geräten der Schutzklasse II**
- e) Anwendung von Trenntransformatoren mit getrennten Wicklungen (Steckdose mit Trenntrafo ist möglich)**

nur das dreidimensionale maschenförmige Potentialausgleichsnetzwerk erlaubt, das geerdet werden muss. Die Entwurfsleitlinien von [14] Abschnitt 6.7.2 geben dabei der Ausführung einer senkrechten Maschengröße von 3 bis 4 m den Vorzug.

Dies trifft hauptsächlich für Bereiche mit elektronischen Einrichtungen zu.

Für Informations- bzw. Datenverarbeitungsanlagen, für die es keine eigene Norm zur Anlagensicherheit gibt, müssen Planer und Errichter die Norm für die Sicherheit von Anlagen der Fernmeldetechnik DIN VDE 0800-1 (VDE 0800 Teil 1):1989-05, Abschnitt 1.1 [10], anwenden.

## Blitzschutzkonzept

Das Prinzip des Blitzschutzkonzepts ist die deutliche Reduzierung der feld- und leitungsgebundenen Blitzstörgrößen von außen nach innen. Mit Zunahme der Ordnungszahlen der Zonen in Richtung Anlageninneres nimmt auch der Grad der Reduzierung der feld- und leitungsgebundenen Blitzstörgrößen zu. Das Potentialausgleichsnetzwerk ist genau genommen ein Teil des Blitzschutzkonzepts. Alle Versorgungs- und Telekommunikationskabel und weitere leitfähige Materialien muss der Errichter an den Ein- und Austrittstellen der einzelnen Blitzschutz-zonen (LPZ) mit dem Potentialausgleichsnetzwerk verbinden.

Es sei hier noch einmal ausdrücklich auf die Austrittstellen verwiesen, weil Planer oft der Meinung sind, dass nur die Eintrittstellen der Energieversorgung zu schützen sind. Die Blitz-, Überspannungs- und andere Störungsenergie kann jedoch auch entgegen der Energieflussrichtung ins Gebäudeinnere eindringen.

## BPA bei Gebäude-eintritt von Kabeln und Leitungen

Unabhängig von der Art der Blitzschutzanlage, ob mit oder ohne Blitzschutz-zonen geplant, muss der BPA direkt bei Gebäudeeintritt durchgeführt werden (Bild 3). Alle ins Gebäudeinnere eintretenden metallenen Rohre und Einrichtungen sind direkt oder über Blitz- und Überspannungsschutzgeräte mit dem Potentialausgleich zu verbinden. Der Errichter muss bei der Installation große Vorsicht walten lassen, damit Erdungskabel nicht bereits geschützte Kabel via Einkopplungen beeinflussen.

Prüfungen, Abnahmen und Gutachten decken häufig auf, dass Fernmeldekabel und -leitungen nicht an den Blitz-

schutz- oder auch Hauptpotentialausgleich angeschlossen sind. Diesen Potentialausgleichsanschluss fordern nicht nur die VDE-Normen der 0800er-Reihe [10 ... 14], sondern auch die DIN VDE 0100-410 (VDE 0100 Teil 410): 1997-01 [15], Abschnitt 413.1.2.1. Hierzu verbindet man die metallenen Umhüllungen von Fernmeldekabeln und -leitungen mit dem Hauptpotentialausgleich. Der Planer oder Errichter muss hierfür zwar die Einwilligung des Eigners oder Betreibers einholen, die Verantwortung zur Vermeidung jeder Gefahr trägt jedoch der Besitzer oder Betreiber.

## Blitz- und Überspannungsschutzgeräte

Aus der ständigen Bedrohung der Überschreitung von erlaubten Spannungsebenen der Energieversorgung und deren Qualität ergibt sich die Notwendigkeit, Blitz- und Überspannungsschutzgeräte zu installieren [16]. Das gilt nicht nur für die Energieversorgung, sondern auch für die Einrichtungen der Telekommunikationstechnik [13]. Die fachgerechte Installation der Blitz- und Überspannungsschutzgeräte entscheidet aber über deren tatsächliche Wirksamkeit [14]. Über die fachgerechte Installation berichtete »de« schon im Beitrag »Überspannungsschutzgeräte richtig installieren«, Heft 15-16/2002, Seite 38 ff.

## Energieversorgung als TN-S-System

Weiterhin konnte man schon vielfach in »de« lesen, dass man nur das TN-S-System als ein EMV-freundliches System bezeichnen kann. In Fachgesprächen hört man jedoch oft, dass das TN-S-System nur eine Empfehlung ist, was jedoch nicht stimmt. Das nationale Vorwort von [12] hält fest, dass die Norm [12] die DIN VDE 0100-540 (VDE 0100 Teil 540):1991-11 [17], Abschnitte 7.2 und C.2 mit dieser Empfehlung ergänzt. Das bedeutet, dass lediglich die Empfehlung nicht mehr aktuell ist und nach [12], Abschnitt 6.3, die Wechselstromverteilungsanlage in einem Gebäude die Anforderungen eines TN-S-Systems erfüllen muss.

Daraus lässt sich schlussfolgern, dass im Gebäude kein PEN-Leiter existieren darf, damit darf also die Ausführung nach 546.2.1 von HD 384.5.54 S1:1980 nicht angewendet werden. Die Norm [12] gilt für alle Installationen von informationstechnischen Anlagen, z. B. Com-

puternetzwerke, Gefahrenmeldeanlagen und andere Einrichtungen, die zur Fernmeldetechnik gehören, und sie müssen nach der 800er Reihe installiert werden. Wenn die informationstechnische Anlage, wie oben beschrieben, noch in einer baulichen Anlage mit TN-C-System installiert ist, war für sie schon seit 1985 [11] eine alternative Maßnahme vorgeschrieben (Bild 4).

Nicht nur die Normen der 0800er-Reihe, sondern auch die DIN VDE 0100-444 (VDE 0100 Teil 444): 1999-10; Abschnitt 444.3.15 [18] und weitere Normen beschreiben die Maßnahmen zur Begrenzung fließender Ströme in Anlagen mit Potentialausgleich und Schirmen.

Im Zusammenhang mit Netzsystemen gibt es in der Fachwelt Vorschläge, wie sich Ausgleichsströme im PE- und Potentialausgleichsleiter vermeiden lassen. Diese Vorschläge – z.B. nur ein zentraler Erdungspunkt – sind auch bei kleinen baulichen Anlagen mit streng sternförmiger Kabelführung und Verlegung nicht immer realisierbar.

Bei großen baulichen Anlagen mit einer Energieeinspeisung von mehreren Transformatoren ist ein einziger zentraler Erdungspunkt dann in keinem Fall realisierbar. In diesen Fällen muss der Planer vermaschte Erdungsanlagen und Potentialausgleichsnetzwerke vorsehen. Natürlich muss der Sternpunkt (noch PEN-Leiter) am Transformator geerdet und dann in PE- und N-Leiter aufgetrennt werden.

Weiterhin ist es wichtig für die Energieversorgung, dass nach [14] Abschnitt 6.4.4.1 c der Neutralleiter so gewählt werden muss, dass er zumindest den gleichen Querschnitt wie die Außenleiter aufweist, um den Auswirkungen einer ungleichmäßigen Lastverteilung und den

dritten Harmonischen der Oberschwingungsströme entgegenzuwirken.

## Regeln für die Kabelinstallation

Der Umfang der EMV-Maßnahmen oder die tatsächlich auftretenden EMV-Störungen hängen sehr oft von der Art der Kabelinstallation ab. Als Faustregeln sollten gelten:

- Bei der Kabelverlegung und -führung generell keine Induktionsschleifen bilden und nicht an/in Außenwänden ohne Stahlbeton installieren.
- Näherungen an Stellen, wo sich an der Außenwand Ableitungen der Blitzschutzanlagen befinden, unbedingt vermeiden.
- Bei Signal- oder Datenleitungen ist darauf zu achten, dass diese in einem möglichst großen Abstand – mindestens 20 cm – zu den Stromkreisen verlegt werden, auf denen im normalen Betrieb mit schnellen Strom- und Spannungsänderungen zu rechnen ist.
- Der parallele Verlauf eines Potentialausgleichsleiters und der geschirmten Informationsleitung zwischen zwei Betriebsmitteln entlastet den Schirm der Informationsleitung von Ausgleichsströmen
- Der Kabelschirm
  - muss auf beiden Seiten geerdet werden; bei einem fachgerecht errichteten Potentialausgleichsnetzwerk entstehen keine Störungen,
  - soll bei nieder- und hochfrequenten Vorgängen wirksam sein; das bedeutet, dass er über den gesamten Umfang (360°) kontaktiert werden muss,
  - sollte das Kabel auf seiner ganzen Länge umgeben; Kontaktierungen via Beilaufdraht erzielen bei hohen Frequenzen keine Wirkung.

## Fazit

Ohne EMV-Maßnahmen kann keine elektronische Einrichtung zufrieden stellend in der realen Umgebung arbeiten. Planer und Errichter von Elektroanlagen sind bei der Schaffung einer EMV-freundlichen Umgebung auf ihrem Arbeitsgebiet mitverantwortlich.

## Literatur

- [1] Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeiten von Geräten (EMVG) vom 18.9.1998
- [2] DIN V 0185-1 (VDE V 0185 Teil 1):2002-11, Allgemeine Grundsätze
- [3] DIN V 0185-2 (VDE V 0185 Teil 2):2002-11; Risiko-Management: Abschätzung des Schadenrisikos für bauliche Anlagen
- [4] DIN V 0185-3 (VDE V 0185 Teil 3):2002-11; Schutz von baulichen Anlagen und Personen
- [5] DIN V 0185-4 (VDE V 0185 Teil 4):2002-11; Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen
- [6] VdS 2010: 2002-07 (01); Risikoorientierter Blitz- und Überspannungsschutz; Richtlinien zur Schadenverhütung
- [7] Z DIN VDE 0185-103 (Z VDE 0185 Teil 103):1997-09; Schutz gegen elektromagnetischen Blitzimpuls – Teil 1: Allgemeine Grundsätze
- [8] DIN VDE 0105-100 (VDE 0105 Teil 100):2000-06; Betrieb von elektrischen Anlagen
- [9] DIN VDE 0101 (VDE 0101):2000-01; Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV
- [10] DIN VDE 0800-1 (VDE 0800 Teil 1): 1989-5; Fernmeldetechnik; allgemeine Begriffe, Anforderungen und Prüfungen für die Sicherheit der Anlage
- [11] DIN VDE 0800-2 (VDE 0800 Teil 2): 1985-7; Fernmeldetechnik; Erdung und Potentialausgleich
- [12] DIN EN 50310 (VDE 0800 Teil 2-310): 2001-9; Anwendung von Maßnahmen für Potentialausgleich und Erdung in Gebäuden mit Einrichtungen der Informationstechnik
- [13] DIN VDE 0800-10 (VDE 0800 Teil 10): 1991-3; Fernmeldetechnik; Übergangsfestlegungen für Einrichtung und Betrieb der Anlagen
- [14] DIN EN 50174-2 (VDE 0800 Teil 174-2): 2001-9; Installation von Kommunikationsverkabelung; Teil 2: Installationsplanung und -praktiken in Gebäuden.
- [15] DIN VDE 0100-410 (VDE 0100 Teil 410); Schutz gegen elektrischen Schlag
- [16] DIN VDE 0100-443 (VDE 0100 Teil 443):2002-01; Schutzmaßnahmen
- [17] DIN VDE 0100-540 (VDE 0100 Teil 540): 1991-11 Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel, Erdung, Schutzleiter, Potentialausgleichsleiter
- [18] DIN VDE 0100-444 (VDE 0100 Teil 444): 1999-10; Schutz bei Überspannungen – Schutz gegen elektromagnetische Störungen (EMI) in Anlagen von Gebäuden

## EMV ZU VERWIRKLICHEN IST GELTENDES RECHT

Seit dem 18. September 1998 gilt in Deutschland das EMV-Gesetz [1] über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten (EMVG). Auch die VOB und das BGB erwähnen das EMVG. Die Elektroinstallationsfirmen sind nach diesem Gesetz, § 2, Abschnitt 3 und 9, verpflichtet, die Installation so auszuführen, dass die angeschlossenen Geräte und Anlagen in der elektromagnetischen Umwelt zufrieden stellend arbeiten können.

Schon lange vor Verabschiedung des EMV-Gesetzes waren alle Betreiber, deren elektrische Einrichtungen an das öffentliche Netz angeschlossen waren, nach den allgemeinen Bedingungen der Elektrizitätsversorgung für

Tarifkunden AVBELtV vom 21.6.1979 (BGBl. I S. 684) verpflichtet, eine eigene Anlage nur nach den anerkannten Regeln der Technik zu errichten, zu erweitern, zu ändern und zu unterhalten.

Außerdem kann man auch auf die Unfallverhütungsvorschriften verweisen. So enthält BGV A2 (bisher VBG 4) für Planer, Installationsfirmen und Betreiber mehrere wichtige Paragraphen, in denen u.a. elektrotechnische Regeln definiert werden als allgemein anerkannte Regeln der Elektrotechnik, die in den VDE-Bestimmungen enthalten sind, auf die die Berufsgenossenschaft in ihrem Mitteilungsblatt verwiesen hat.