

EMV, Blitz- und Überspannungsschutz der baulichen Anlagen

Vojtech Kopecky

Bei Gutachten und Prüfungen aufgrund von entstandenen Überspannungsschäden entdeckt man schnell die Ursachen der Zerstörung von Einrichtungen. Anlagenschäden sind jedoch fast immer vermeidbar, wenn die Arbeiten nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik ausgeführt worden sind. Die europäischen EN-Normen und die DIN-VDE-Normen bilden hierbei die Grundlage. Der folgende Beitrag beinhaltet eine kleine Übersicht dessen, worauf die Betreiber der elektronischer Einrichtungen achten müssen, inkl. einer Übersicht der wichtigsten EMV-Maßnahmen, die auch oft vergessen werden. Teilweise wird auch auf Änderungen im Bereich der Normung hingewiesen.

Neue Normen

Nach dem Jahr 2000 erschienen mehrere Normen, die für die EMV-Maßnahmen und den Blitzschutz sehr wichtig sind. Das waren in erster Linie z. B. zum 1. September 2001 die DIN EN 50174-2

(VDE 0800 Teil 174-2):2001-09 [1] und DIN EN 50310 (VDE 0800 Teil 2-310):2001-09 [2]. Die DIN VDE 0100-443 (VDE 0100 Teil 443):2002-01 [3] hat erstmalig einen eigenen Platz in der VDE-0100-Normenreihe [4] eingenommen {vorher DIN VDE 0110-1 (VDE 0110 Teil 1):1997-04 [5]} und behandelt Spannungspegel der Installationen. Am 1. November 2002 wurden alle alten Entwürfe, Vornormen und Normen über die Blitzschutzanlagen zurückgezogen. Einer von mehreren Gründen war, dass nicht alle Firmen eine komplette Übersicht über die gültigen Normen hatten. Mit gleichem Datum „November 2002“ erschienen die neuen Blitzschutz-Vornormen DIN V VDE V 0185-1 (VDE V 0185 Teil 1):2002-11 [6], DIN V VDE V 0185-2 (VDE V 0185 Teil 2):2002-11 [7], DIN V VDE V 0185-3 (VDE V 0185 Teil 3):

2002-11 [8] und DIN V VDE V 0185-4 (VDE V 0185 Teil 4):2002-11 [9].

Da ab diesem Zeitpunkt keine Normen für Blitzschutzanlagen bestanden, wurde von der ZVEI-Abteilung „Recht und öffentliche Aufträge“, entschieden: „...besteht für eine technische Maßnahme keine 'anerkannte Regel der Technik', so ist der 'Stand der Technik' anzuwenden“. Im Zusammenhang mit diesen Normen darf die DIN VDE 0100-444 (VDE 0100 Teil 444):1999-10 [10] nicht vergessen werden, die bereits im Oktober 1999 erschienen ist.

Das Wichtigste aus den Normen – Abschätzung des Schadenrisikos

Maßgebend für das Risikomanagement bei der abschätzung des Schadenrisikos für bauliche Anlagen ist [7]. Nach dieser Vornorm wird ermittelt, ob die bauliche Anlage unabhängig von den Bauordnungen der Bundesländer oder der Richtlinie VdS 2010 [11] eine Blitzschutzanlage haben muss oder nicht. Die Ergebnisse sind von mehreren Parametern abhängig; 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 und weiteren unterschiedlichen Komponenten. Natürlich sind die Blitzschutzmaßnahmen auch von der Gebäudeart abhängig, d. h. welchem Zweck dieses dient und wie das Gebäude ausgestattet ist. Das Ergebnis wird dann mit der Blitzschutzklasse I bis IV ermittelt bzw. man erhält das Ergebnis, dass die bauliche Anlage z. B. über keine äußere Blitzschutzanlage verfügen muss, jedoch über Überspannungsschutzgeräte.

Nach [11] ist die Beurteilung einfacher, da in Tabelle 3 der Richtlinie alle Arten von baulichen Anlagen genannt sind, welche Blitzschutzklasse die Anlagen haben müssen und ob dort Überspannungsschutzmaßnahmen durchgeführt werden müssen.

LEMP-Schutzmanagement

Der optimale Schutz der elektronischen Einrichtungen mit einem Minimum an Kosten kann nur durch die richtige und fachgerechte Planung erreicht werden. Die Aufwendungen für EMV-, Blitz- und Überspannungsschutzmaßnahmen für neue bauliche Anlagen erreichen oft nur einen Bruchteil der finanziellen Ausgaben gegenüber nachträglich ausgeführten Vorkehrungen. Aus diesem Grund sollten die Maßnahmen nach [9] Anhang D, Tabelle D.1 (Tabelle 1) geplant und ausgeführt werden. Ein ähnliches LEMP-Schutzmanagement wurde bereits im Jahr 1997 in Z DIN VDE 0185-103 (Z VDE 0185 Teil 103):1997-09 [12] veröffentlicht.

Die in [8] (Hauptabschnitt 3, Abschnitt 3.1), [9] und auch in der alten Z DIN VDE V 0185-110 (Z VDE V 0185



Vojtech Kopecky (56), VDE, ist Elektromeister, staatlich geprüfter Techniker und öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger der Handwerkskammer Aachen für Blitzschutzbau und VdS-anerkannter Sachverständiger zum Prüfen elektrischer Anlagen. E-Mail: kopecky@t-online.de

Schritt	Ziel	Maßnahme ist durchzuführen von (soweit betroffen)
Erste Risikoanalyse ¹	Prüfung der Notwendigkeit eines LEMP-Schutzes auf der Basis des akzeptierbaren Risikos	<ul style="list-style-type: none"> • Blitzschutz-Fachkraft² • Eigentümer
LEMP-Schutz Planung	Vorbereitung eines Schutzkonzepts mit der Definition von: <ul style="list-style-type: none"> • Gefährdungspegeln, die maßgebliche Blitzstromparameter definieren • LPZ und ihren Grenzen • räumlicher Schirmung • Potenzialausgleich-Netzwerken • Erdungsanlagen • Leitungsführung und -schirmung • Potenzialausgleich von Versorgungsleitungen an den Grenzen der LPZ 	<ul style="list-style-type: none"> • Blitzschutz-Fachkraft • Eigentümer • Architekt • Planer der elektronischen Systeme • Planer maßgeblicher Installationen
LEMP-Schutz Auslegung	Allgemeine Zeichnungen und Beschreibungen Vorbereitung der Ausschreibungsunterlagen Detailzeichnungen und Zeitpläne für die Installation	<ul style="list-style-type: none"> • Ingenieurbüro oder gleichwertig
LEMP-Schutzsystem Installation und Überprüfung	Qualität der Installation Dokumentation Mögliche Revision von Detailzeichnungen	<ul style="list-style-type: none"> • Blitzschutz-Fachkraft • Errichter des LEMP-Schutzsystems • Ingenieurbüro • Prüfungsbeauftragter
LEMP-Schutzsystem Abnahme	Prüfung und Dokumentation des Zustands des Systems	<ul style="list-style-type: none"> • Unabhängige Blitzschutz-Fachkraft • Prüfungsbeauftragter
Abschließende Risikoanalyse ¹	Prüfung, ob das verbleibende Risiko kleiner als das akzeptierbare Risiko ist	<ul style="list-style-type: none"> • Unabhängige Blitzschutz-Fachkraft • Prüfungsbeauftragter
Wiederkehrende Prüfungen	Sicherstellung eines angemessenen LEMP-Schutzsystems	<ul style="list-style-type: none"> • Blitzschutz-Fachkraft • Prüfungsbeauftragter

¹ siehe DIN V VDE V 0185-2 (VDE V 0185 Teil 2):2002-11 [7]

² mit fundierten Kenntnissen der EMV- und Installationspraxis

Tabelle 1. LEMP-Schutzmanagement für neue Gebäude und für umfassende Änderungen der Konstruktion oder der Nutzung von Gebäuden nach [10]

Teil 110):1997-01 [13] vorgeschriebene Prüfung der Planung hat vielen Firmen überflüssige finanzielle Ausgaben und hauptsächlich eine nicht fachgerechte Installation erspart. Durch eine Prüfung der Planung wurden Fehler entdeckt, so dass noch auf dem „Papier“ eine Korrektur möglich war, die einfacher ist als bei einer fertigen Installation. Diese Prüfung ist vor der Ausführung der Leistungen durchzuführen.

Äußerer Blitzschutz

Bei den Gutachten hört man häufig von Architekten oder Planern, dass eine Blitzschutzanlage nicht hilft und nur finanzielle Ausgaben bedeuten würde. Die Erfahrungen zeigen jedoch, dass dort, wo eine vorgeschriebene vollständige Blitzschutzanlage fachgerecht inkl. weiterer wichtiger EMV-Maßnahmen installiert wurde, selbst bei direkten Blitzeinschlägen keine Schäden entstehen.

Wissenschaftlich ist nachgewiesen, dass nur „schwächere“ Blitze mit einem Scheitelwert bis zu 2,9 kA nicht von einer Fangeinrichtung abgefangen werden müssen, aber dann entstehen jedoch keine Überspannungsschäden. Die Einfangwahrscheinlichkeit der Fangeinrichtungen liegt bei bis zu 99 %. Auf der anderen Seite kann man jedoch die in die bauliche Anlage eintretenden Kabel und Einrichtungen vollständig schützen. Der äußere Blitzschutz besteht dabei aus Fangeinrichtung, Ableitungen und der Erdungsanlage.

Die Fangeinrichtung und Ableitungen

Entdeckte Mängel sind häufig dergestalt, dass die Fangeinrichtung nicht alle herausragenden Teile schützt, wenn diese höher als die Fangeinrichtung sind. Weiterhin nicht richtig geschützt sind z. B. die Rückkühlgeräte und Elektroventilatoren (Dachaufbauten) auf dem Dach.

Nach [8] dürfen keine direkt oder über Funkenstrecken angeschlossenen Dachaufbauten auf dem Dach mit leitfähiger Verbindung nach innen mit der Fangeinrichtung verbunden werden. Wenn eine Verbindung über die Funkenstrecke entsteht (noch ungünstiger über die Schutzfunkenstrecke), so dringen die Teilblitze ins Gebäudeinnere. Dadurch können elektrische und elektronische Einrichtungen zerstört und Personen im Gebäudeinnern verletzt oder sogar getötet werden. Die Dachaufbauten dürfen nur mit einer isolierten Fangeinrichtung geschützt werden. Nach [11] Abschnitt 7.1 müssen bestehende Anlagen an diese Anforderungen angepasst werden.

Das gleiche Problem entsteht bei Mobilfunkanlagen, da die Stromversorgung sehr oft aus dem Gebäudeinnern heraus durchgeführt wird. Auf **Bild 1** sieht man die Energieversorgung für die Mobilfunkanlage parallel über 50 m lang mit der Verkabelung der Gefahrenmeldeanlagen installiert. Die Gefahrenmeldeanlagen wurden beim Blitzeinschlag ebenfalls zerstört.

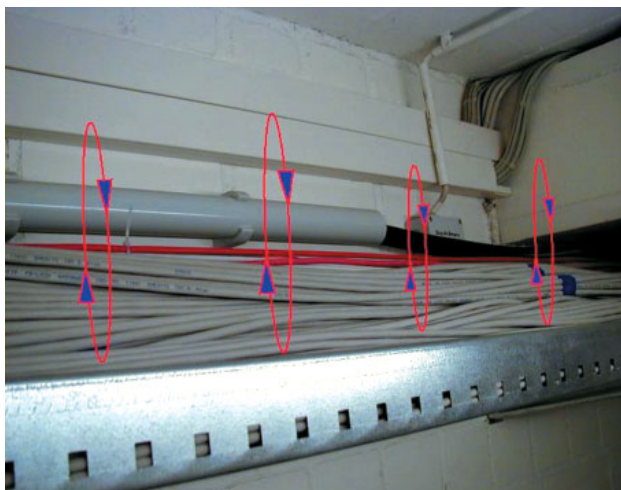


Bild 1. Paralleler Lauf der Kabelenergieversorgung für die Mobilfunkanlage auf dem Dach mit anderen Kabeln im Gebäudeinneren, wodurch eine Kopplung und damit auch eine Gefährdung verursacht wird



Bild 2. Stichprobengrabung auf Dach mit Gartenfläche zur Beurteilung der Korrosion bringt auch Ausführungsmängel zu Tage: Unzulässige Schleife um Trennstelle

Im Allgemeinen denkt man, dass bei Ableitungen nichts falsch installiert werden kann, aber das ist leider nicht der Fall. Die Ableitungen befinden sich oft in der Nähe von Außenlampen, Bewegungsmeldern, Thermostaten usw. Durch diese Näherungen kann es zum Blitzüberschlag kommen, und die Teilblitze können in diesem Fall auch ins Gebäudeinnere eindringen und die Anlagen beschädigen.

Ein weiterer Mangel besteht darin, dass aus „architektonischen“ Gründen die Ableitungen hinter der Blechfassade „versteckt“ sind und die Fassade nicht angeschlossen ist. Dadurch führt man die volle Blitzenergie in das Innere des „Faradaykäfigs“. Die leitfähige Konstruktion der Blechfassade muss angeschlossen werden, damit die Schirmungswirkung des Faradaykäfigs ausgenutzt wird.

Schritt- und Berührungsspannung

Früher wurde nur in Entwürfen und Vornormen die Gefahr von Schritt- und Berührungsspannung erwähnt. Jetzt sind in [8] Hauptabschnitt 4, Abschnitt 5.1 und 5.2

alle Schutzmaßnahmen mit Isolation der Ableitungen, des Erdbodens oder der Potenzialsteuerung festgehalten. Diese Schutzmaßnahmen müssen durchgeführt werden.

Erdungsmaßnahmen

Nach [8] muss die richtige Erdungsanlage im Schwerpunkt in den Blitzschutzklassen I und II geplant werden. Dabei entscheidet sich, ob die Erdungsanlage ausreichend groß ist und ob z. B. bei einem nicht ausreichend großen Fundamenteerder zusätzliche Vertikal- oder Horizontalerder an jeder Ableitung installiert werden müssen. Die erste Voraussetzung zur Beurteilung sind die Ermittlung der Blitzschutzklasse und der Wert des spezifischen Erdungswiderstands. Ohne diese Informationen kann kein Planer normgerechte EMV-, Blitz- und Überspannungs-Schutzmaßnahmen planen, wie in den weiteren Abschnitten beschrieben wird.

Jetzt schreiben nicht nur die DIN VDE 0105-100 (VDE 0105 Teil 100):2000-06 [14] und DIN VDE 0101 (VDE 0101):2000-01 [15], sondern auch [8] eine punktuelle Kontrolle der Erdungsanlagen vor. Die ersten beiden genannten Normen schreiben dies für Erdungsanlagen vor, die älter als fünf Jahre sind, [8] beschränkt diese Kontrolle auf Erdungsanlagen, älter als 10 Jahre.

Der Sinn einer Stichprobengrabung ist die Kontrolle der Korrosion der Erdungsanlage. Wie **Bild 2** beweist, empfiehlt sich eine solche Kontrolle auch, um sich einen Überblick zu verschaffen, wie die Erdungsanlage ausgeführt ist. Auf Bild 2 sieht man zwei angebliche Trennstellen der Erdungen auf einem Dach mit einer Gartenfläche. Nach der Probegrabung wurden keine echten Erdungen entdeckt, sondern es wurde nur unterhalb der Erdschicht eine Schleife um jede Trennstelle durchgeführt. Nur durch eine Stichprobengrabung können diese Mängel entdeckt werden.

Innerer Blitzschutz – Blitzschutz-zonenkonzept und Überspannungsschutz

Der innere Blitzschutz umfasst alle Maßnahmen zur Minderung der elektromagnetischen Auswirkungen des Blitzstroms innerhalb des zu schützenden Volumens.

Das Blitzschutz-zonenkonzept bringt eine Reduzierung der feld- und leitungsgebundenen Blitzstörgrößen von außen nach innen mit sich. Deshalb darf das Blitzschutz-zonenkonzept bei der Installationsplanung für Überspannungs-Schutzgeräte in den Elektroverteilern nicht vergessen werden. Es ist gängige Praxis der Installationsfirmen, die Blitzstromableiter (B, I, Grob-schutz) in dem Elektrohauptverteiler und die Überspannungs-Schutzgeräte (C, II, Mittelschutz) in weiteren Unterverteilern zu installieren. Das ist aber nur dann richtig, wenn der Unterverteiler tatsächlich in der weiteren Blitzschutzzone (LPZ) 2 platziert wird. Sind die Unterverteiler in der LPZ 1 installiert, so sind sie mit dem Potenzialausgleich verbunden, der eine Verbindung nach „draußen“ hat. Bei einem evtl. Blitzschlag in die bauliche Anlage kommt es dann zur Potenzialanhebung von der „umgekehrten“ Seite; die Überspannungs-Schutzgeräte können zerstört werden und schützen demnach nicht.

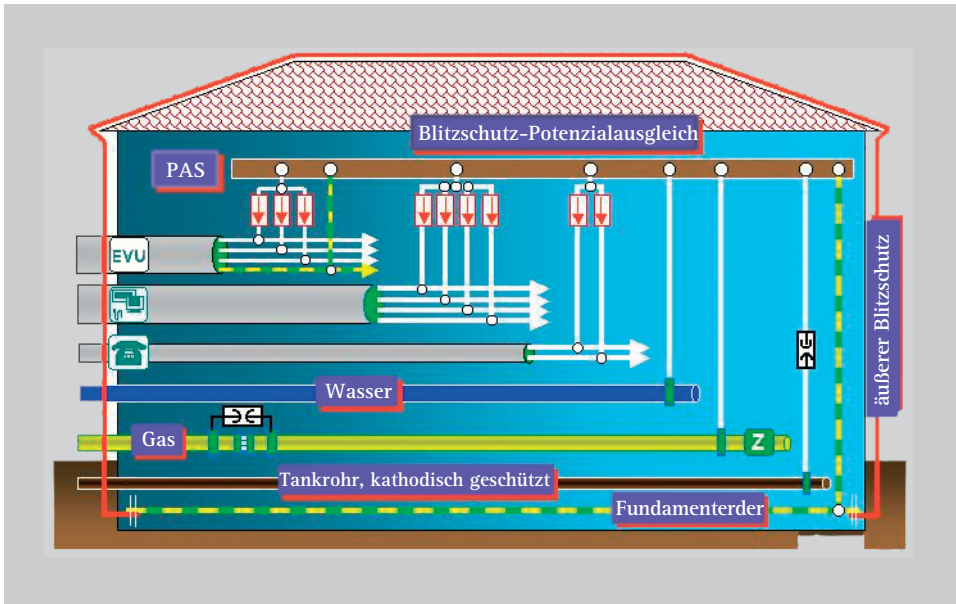


Bild 3. Prinzip des Blitzschutz-Potenzialausgleichs

Blitzschutz-Potenzialausgleich

Unabhängig von der Art der Blitzschutzanlage, ob mit oder ohne LPZ, muss der Blitzschutzpotenzialausgleich (Bild 3) direkt beim Gebäudeeintritt (LPZ 0/1, 0/1_{a, b, c}) durchgeführt werden. Alle metallenen Rohre und Einrichtungen sind direkt über Blitz- und Überspannungs-Schutzgeräte mit dem geerdeten Potenzialausgleich zu verbinden; gleiches gilt für die unter Spannung stehenden Kabel. Die Installation muss so ausgeführt werden, dass die bereits geschützten Kabel nicht durch andere Erdungskabel aufgrund von Einkopplungen beeinflusst werden können.

Haupt-Potenzialausgleich

Bei Gebäuden ohne Blitzschutzanlage muss ein Haupt-Potenzialausgleich ausgeführt werden. Sehr oft wird vergessen, die Fernmeldekabel und -leitungen an den Haupt-Potenzialausgleich anzuschließen. Nicht nur nach den VDE-Normen der 0800er-Reihe [16], sondern auch nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100 Teil 410): 1997-01 [17], Abschnitt 413.1.2.1 müssen die metallenen Umhüllungen von Fernmeldekabeln und -leitungen in den Haupt-Potenzialausgleich einbezogen werden. Dazu muss zwar die Einwilligung des Eigners oder Betreibers eingeholt werden, die Verantwortung zur

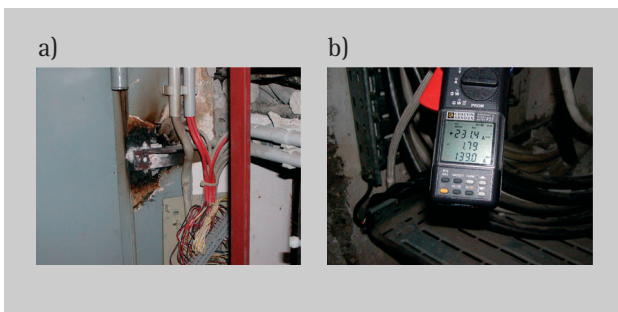


Bild 4. Schaden durch Ausgleichströme über den Potenzialausgleich

- a) Folgen von unzulässigen Ausgleichströmen über die Stahlkonstruktion des Gebäudes
- b) Vor-Ort-Messung mittels Strom-Messzange

Vermeidung jeder Gefahr liegt jedoch beim Besitzer oder Betreiber. Anlagen-Überprüfungen zeigen, dass über 90 % der Kabelumhüllungen nicht geerdet sind.

Potenzialausgleich-Netzwerk

Das Potenzialausgleich-Netzwerk ist eine der wichtigsten EMV-Maßnahmen für elektrische und elektronische Einrichtungen. Wenn es sich um einen Potenzialausgleich in einer baulichen Anlage ohne Einrichtungen der Informationstechnik handelt, kann das Potenzialausgleich-Netzwerk noch nach der alten Norm DIN

VDE 0800-2 (VDE 0800 Teil 2):1985-07 [18] sternförmig durchgeführt werden. Zu empfehlen ist dies jedoch nicht, da Beschädigungen, auch bei anderen Einrichtungen, zeigen, dass nur das 3-D-maschenförmige Potenzialausgleich-Netzwerk die richtige Lösung ist.

Nach [2] ist in Deutschland für Einrichtungen der Informationstechnik nur das 3-D-maschenförmige Potenzialausgleich-Netzwerk erlaubt, das geerdet werden muss. In den Entwurfsleitlinien von [1] Abschnitt 6.7.2 wird eine senkrechte Maschengröße von 3 m bis 4 m bevorzugt, hauptsächlich in Bereichen mit elektronischen Einrichtungen.

Das Potenzialausgleich-Netzwerk muss für die höchsten Frequenzen installiert werden, die eine ausreichend niedrige Impedanz gewährleisten. Zu den höchsten Frequenzen gehören auch transiente Überspannungen, die durch Schaltvorgänge, Kurzschlüsse und atmosphärische Entladungen verursacht werden.

In [1] Abschnitt 6.7.1 heißt es: „Liegen die Erdungssysteme jedoch nicht auf gleichem Potenzial, 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.“ Dieser Umstand muss beim Erdungs-/Potenzialausgleich berücksichtigt werden.

Es gibt auch Installationsfirmen, die das Potenzialausgleich-Netzwerk mit Empfehlungen über den einzigen Erdungspunkt des PEN-Leiters bei der Energieversorgung verwechseln. Es sind bereits mehrere Schäden bekannt, bei denen der einzige Erdungspunkt von Transformatoren über den Potenzialausgleich in die Stahlkonstruktion des Gebäudes zu anderen Transformatoren führt, so dass die Blechfassaden Ströme über 200 A geführt haben. Die Bilder 4a u. 4b bestätigen, dass der Begriff aus der Norm „vollisoliert bei sternförmigem Potenzialausgleich“ nicht immer einfach zu realisieren ist. Bild 4a zeigt den „geschmolzenen“ Beton, hervorgerufen durch Ausgleichsströme in einer Höhe von 280 A zwischen der Befestigungsschraube eines Kabelkanals und den benachbarten Stahlzargen. Bei der Kontrolle vor Ort konnte, nach einer pro-

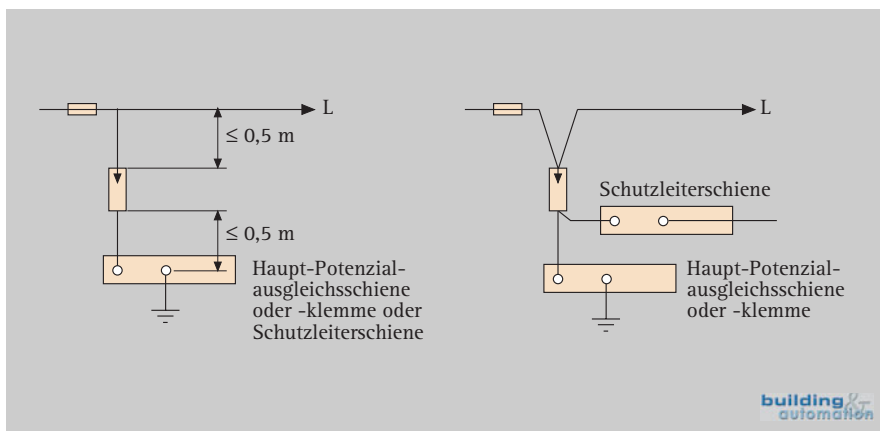


Bild 5. Verlegung der Anschlussleitungen von Überspannungs-Schutzgeräten gemäß [22]

visorischen Überbrückung, noch ein Stromfluss von „nur“ 139 A dokumentiert werden. Die Bilder zeigen deutlich, dass Ausgleichsströme zahlreiche ungeplante aber dennoch physikalisch mögliche Wege benutzen können.

Das Gleiche gilt auch für überspannungsempfindliche Einrichtungen in separaten Gebäuden. Liegen die Einrichtungen auf unterschiedlichem Potenzial, so müssen diese mit Hilfe einer vermaschten Erdungsanlage auf ein Potenzial gebracht werden. Gelingt dies nicht oder müssen die Anlagen mit dem TN-C-System eingespeist werden, müssen alternative Maßnahmen zur galvanischen Trennung getroffen werden.

Galvanische Trennung

Schon in [18] aus dem Jahr 1985 und jetzt auch in [1] und [2] aus 2001 und [10] aus 1999 sind die alternativen Maßnahmen festgehalten, wenn fernmeldetechnische Anlagen auf unterschiedlichen Potenzialen liegen und nicht durch Erdungs-/Potenzialausgleich verbunden sind, von unterschiedlichen Quellen stammen oder nicht durch das TN-S-System versorgt werden. Zur Auswahl stehen:

- Glasfasertechnik (Lichtwellenleiter) alternativ Optokoppler,
- Anwendung von Betriebsmitteln der Schutzklasse II,
- Anwendung von Transformatoren mit getrennten Wicklungen.

„EMV-freundliche“ Netzsysteme

Zwischenzeitlich ist bekannt, dass nur das TN-S-System ein EMV-freundliches System ist. Im nationalen Vorwort von [2] ist festgehalten, dass die Norm [2] die DIN VDE 0100-540 (VDE 0100 Teil 540):1991-11 [19], Abschnitte 7.2 und C.2 ergänzt. Das bedeutet, dass lediglich die Empfehlung nicht mehr aktuell ist und nach [2], Abschnitt 6.3 die Wechselstromverteilungsanlage in einem Gebäude die Anforderungen eines TN-S-Systems erfüllen muss. Andernfalls müssen die bereits genannten alternativen Maßnahmen zum Erdungs-/Potenzialausgleich durchgeführt werden.

Häufig wird bei Kontrollen von beschädigten Anlagen auch der Fehler entdeckt, dass z. B. schon vom Transformator bis zur letzten Steckdose keine Erdung des PE-Leiters vorhanden war.

Blitz- und Überspannungs-Schutzgeräte

Gemäß [3] muss der max. Spannungspegel der Energieversorgung gewährleistet werden. Das ist ohne Blitz- und Überspannungs-Schutzgeräte nicht realisierbar. Das gilt nicht nur für Starkstrom, sondern auch für den informationstechnischen Bereich. Nach DIN VDE 0800-10 (VDE 0800 Teil 10):1991-03 [20] müssen elektronische Einrichtungen, die hoch empfindliche Elemente aufweisen und z. B. durch mehrere Leitungen mit unterschiedlichen Potenzialen versorgt werden, gegen Überspannung geschützt werden. Das sind hauptsächlich auch elektronische Einrichtungen gemäß DIN VDE 0800-1 (VDE 0800 Teil 1):1989-05 [21], Abschnitt 1.1, wie:

schiedlichen Potenzialen versorgt werden, gegen Überspannung geschützt werden. Das sind hauptsächlich auch elektronische Einrichtungen gemäß DIN VDE 0800-1 (VDE 0800 Teil 1):1989-05 [21], Abschnitt 1.1, wie:

- Fernsprech-, Fernschreib- und Bildübertragungsanlagen jeder Art und Größe für leitungsgeführte und nicht leitungsgeführte Übertragung,
- Wechsel- und Gegensprechanlagen,
- Ruf-, Such- und Signalanlagen mit akustischer und optischer Anzeige,
- Lautsprecheranlagen,
- elektrische Zeitdienstanlagen,
- Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall,
- andere Gefahrenmeldeanlagen und Sicherungsanlagen,
- Signalanlagen für Bahn- und Straßenverkehr,

Abkürzungen

EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
EVU	Energieversorgungsunternehmen
LEMP	Lightning Electromagnetic Pulse (elektromagnetischer Blitzimpuls)
LPZ	Lightning Protection Zone (Blitzschutzzone)
PAS	Potenzialausgleichsschiene
TN-C-System	Terra Neutral-Combined (im gesamten System sind die Funktionen des Neutral und des Schutzleiters in einem einzigen Leiter zusammengefasst)
TN-S-System	Terra Neutral-Separated (im gesamten System wird ein getrennter Schutzleiter verwendet)
ZVEI	Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V.
VdS	Verband der Sachversicherer e. V.

Formelzeichen

\hat{I}_s	Scheitelwert des Blitzstroms
R_A	Anlagenerder
U_r	Bemessungsspannung
\hat{U}_s	Höchste Betriebsspannung des Netzes

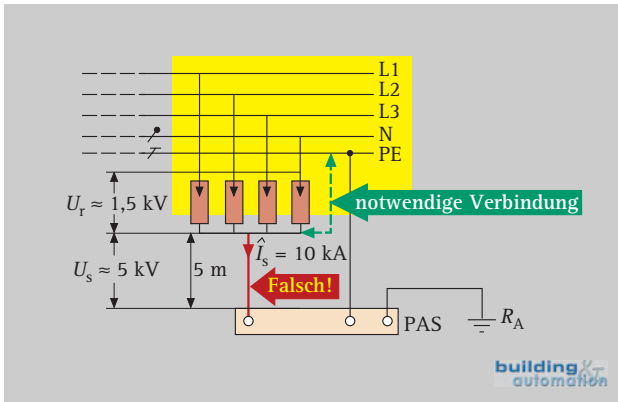


Bild 6. Der richtige Anschluss des PE-/PEN-Leiters vermeidet eine Potenzialanhebung

- Fernwirkanlagen,
 - Übertragungseinrichtungen,
 - rundfunk-, fernseh-, ton- und bildtechnische Anlagen.
- Diese Einrichtungen werden hier bewusst genannt, da sie hauptsächlich durch nicht normgerechte Installation beschädigt werden. Das sind größtenteils die Gefahrenmeldeanlagen, die mit mind. zwei Spannungssystemen arbeiten, wie 230 V, einem Telekommunikationssystem für die Alarmmeldung und die Überwachungslinien. Diese drei Systeme „treffen“ sich in den Einrichtungen, die z. B. in der Gewitterzeit unterschiedlichen Spannungsanhebungen, aufgrund von Potentialdifferenzen, unterliegen. Deshalb muss nach [20], Abschnitt 6.3.1c, wie bereits beschrieben, ein Potentialausgleich zwischen den Leitungen mittels Überspannungs-Schutzgeräten gewährleistet sein. Sowohl nach den VdS-Richtlinien für Gefahrenmeldeanlagen als auch gemäß [11] Abschnitt 7.3, müssen sicherheitstechnische Anlagen Überspannungs-Schutzgeräte aufweisen. Damit sind nicht nur die Zuleitungen der Energieversorgung gemeint, sondern alle stromleitfähigen Kabel der Anlagen.

Das Zitat aus [1]: „... dass die Installationsart eines Filters sehr oft wichtiger ist als die Filterart ...“ wird in der Praxis bestätigt. Bei beschädigten, mit Überspannungs-Schutzgeräten ausgestatteten, Einrichtungen, findet man hauptsächlich den Fehler der Kabelüberlänge.

Nach DIN V VDE V 0100-534 (**VDE V 0100 Teil 534**): 1999-04 [22], Anhang C, beträgt die empfohlene Leitungslänge $\leq 0,5$ m für Elektro- und auch Erdungsleitungen (**Bild 5**). Wenn die empfohlene Leitungslänge nicht eingehalten werden kann, dann soll der Anschluss nicht mit einer Stickleitung, sondern V-förmig erfolgen (Bild 5). Schon im Jahr 1987 wurde die Form der richtigen Leitungsführung in DIN VDE 0845-1 (**VDE 0845 Teil 1**):1987-10 [23] im Abschnitt 4.2 beschrieben. Trotzdem werden die Installationen in der Praxis häufig nicht normkonform ausgeführt.

Vor diesem Hintergrund darf nicht vergessen werden, dass schon bei einem Blitz mit $I_s = 10$ kA eine Potenzialanhebung um ca. 1 kV/m entsteht. Aus diesem Grund ist es sehr wichtig, den PE-Leiter (PEN-Leiter) an der Stelle, wo die Überspannungs-Schutzgeräte installiert sind, mit dem Erdungs-/Potentialausgleichsleiter zu verbinden, da ansonsten eine Potenzialanhebung entsteht (**Bild 6**). Die Potenzialanhebung gilt natürlich ebenso für die Adern von Kabeln und Leitungen der Telekommunikationstechnik.

Kabelschirme und ihre Erdung

Gegen Einkopplungen aller Art schützen Schirmungsmaßnahmen. Das sind nicht nur die Blechfasaden und Stahlbeton, sondern auch die Kabelschirme. Gerade bei den Kabelschirmen werden überwiegend Fehler gefunden, da Kabelschirme nicht schirmen können, wenn sie nicht geerdet sind. Ein nur einseitig geerdeter Schirm schützt gegen kapazitive Kopplungen. Erst ein beidseitig geerdeter Schirm schützt gegen kapazitive und induktive Kopplung. Nach [1] und [2] müssen Kabelschirme mind. an beiden Enden geerdet werden. In [9] ist die vorgeschriebene Erdung bei der Überschreitung der einzelnen LPZ enthalten. Bei einem vermaschten 3-D-Potenzialausgleich-Netzwerk und einem TN-S-System verursacht die Erdung keine Störungen. Nur zwischen zwei Gebäuden, die beispielsweise nicht mit der Erdungsanlage verbunden sind, sollen die Kabelschirme lediglich einseitig geerdet und dabei die zweite Seite über einen Gasableiter oder eine Funkenstrecke aufgelegt werden. Diese Vorgehensweise begründet sich schon in der etwaig unterschiedlichen Sternpunktverschiebung der beiden Gebäude. Bei einem Blitzschlag sprechen der Gasableiter oder die Funkenstrecke an und schützen für diese kurze Zeit den Kabelschirm.

Nach [1] Abschnitt 6.3.2 sollte der Schirmkontakt dem Prinzip des faradayschen Käfigs folgen, das bedeutet 360°-Kontaktgabe. Damit wird nicht nur eine nieder-, sondern auch hochfrequente Verbindung sichergestellt. In [8], Hauptabschnitt 4, Abschnitt 1.7.2 und Anhang B sind die Berechnungen des Mindestquerschnitts der Kabelschirme erläutert, was in der Praxis bis jetzt sehr selten durchgeführt wurde.

Reduktion der Netzurückwirkungen

Zusätzlich zu den klassischen Maßnahmen zur Reduktion der Netzurückwirkungen, ist in [2] Abschnitt 6.4.4.1 festgehalten, dass die nicht linearen Lasten, welche die Oberschwingungen verursachen, direkt vom Transformator, besser noch von einem eigenen Transformator versorgt werden sollen. Dadurch können Netz-



Buchtipp

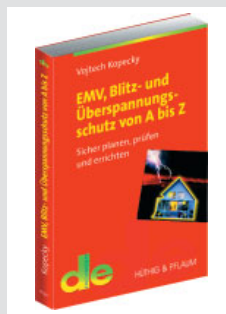
EMV, Blitz- und Überspannungsschutz von A bis Z

Sicher planen, prüfen und errichten. Von Vojtech Kopecky. München · Heidelberg · Berlin: Hüthig und Pflaum, 2001. 264 S., mit CD-ROM, kartoniert, 39,80 €, ISBN 3-8101-0148-6

Nach Stichwörtern geordnet, finden sich alle relevanten Forderungen, die erfüllt sein müssen, um Störungen zu vermeiden bzw. auf ein unbedenkliches Maß zu reduzieren. Zusätzlich zu den Normenaussagen liefert jedes Stichwort Tipps und Erfahrungswerte für die Ausführung der Anlage. Mit dem in Form von Checklisten aufgebauten Leitfaden zur Prüfung von Blitzschutzmaßnahmen und mit der Beigabe verschiedener Softwareprodukte, die den Planungsprozess vereinfachen, werden zusätzlich praktische Werkzeuge für die zur Verfügung gestellt. Die CD-ROM enthält u. a. Software zur Berechnung der Blitzschutzklassen sowie Planungshilfen verschiedener Hersteller für den Blitz- und Überspannungsschutz.

technothek Versandbuchhandlung,

Fax: 0 30/3 41 70 93, E-Mail: technothek@vde-verlag.de



rückwirkungen empfindliche Einrichtungen nicht beeinflussen. Weiterhin ist der Querschnitt der N-Leiter so zu wählen, dass er bei einer ungleichmäßigen Lastverteilung und dritten Oberschwingungen den Belastungen entspricht (siehe [2] Abschnitt 6.4.4.1).

Ausblick

Es wurden hier nur die wichtigsten Maßnahmen geschildert. Zur richtigen Planung, Ausführung und Prüfung ist es notwendig, die entsprechenden Normen zu kennen. Voraussichtlich Anfang Herbst 2003 wird in Zusammenarbeit mit dem Ausschuss für Blitzschutz und Blitzforschung (ABB) im VDE [24] eine Checkliste herausgegeben, welche die einzelnen Maßnahmen als Positionen in einem Leitfaden auflistet. Das Arbeiten mit der Checkliste soll sicherstellen, dass die Anlagen dem EMV-Gesetz [25] entsprechen und nicht vergessen wird, was als anerkannte Regeln der Technik vorgeschrieben ist.

Die Praxis zeigt, dass bauliche Anlagen, die nach diesen Normen gebaut sind, weder Störungen noch etwaige Zerstörungen aufweisen – auch nach einem direkten Blitzschlag.

Literatur

- [1] DIN EN 50174-2 (VDE 0800 Teil 174-2):2001-09 Installation von Kommunikationsverkabelung; Teil 2: Installationsplanung und -praktiken in Gebäuden. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [2] DIN EN 50310 (VDE 0800 Teil 2-310):2001-09 Anwendung von Maßnahmen für Potentialausgleich und Erdung in Gebäuden mit Einrichtungen der Informationstechnik. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG

- [3] DIN VDE 0100-443 (VDE 0100 Teil 443):2002-01 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4: Schutz bei Überspannungen – Hauptabschnitt 443: Schutzmaßnahmen – Kapitel 44: Schutz bei Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse oder von Schaltvorgängen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [4] Gruppe 0+1 Allgemeine Grundsätze und Energieanlagen. VDE-Normgruppen-Ordner. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [5] DIN VDE 0110-1 (VDE 0110 Teil 1):1997-04 Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [6] DIN VDE V 0185-1 (VDE V 0185 Teil 1):2002-11 Blitzschutz – Teil 1: Allgemeine Grundsätze. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [7] DIN VDE V 0185-2 (VDE V 0185 Teil 2):2002-11 Blitzschutz – Teil 2: Risiko-Management: Abschätzung des Schadenrisikos für bauliche Anlagen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [8] DIN VDE V 0185-3 (VDE V 0185 Teil 3):2002-11 Blitzschutz Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [9] DIN VDE V 0185-4 (VDE V 0185 Teil 4):2002-11 Blitzschutz Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [10] DIN VDE 0100-444 (VDE 0100 Teil 444):1999-10 Elektrische Anlagen von Gebäuden – Teil 4: Schutzmaßnahmen – Kapitel 44: Schutz bei Überspannungen – Hauptabschnitt 444: Schutz gegen elektromagnetische Störungen (EMI) in Anlagen von Gebäuden. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [11] VdS 2010: 2002-07 (01) Risikoorientierter Blitz- und Überspannungsschutz. Richtlinie. Köln: VdS Schadenverhütung Verlag (zu beziehen über www.vds.de)
- [12] Z DIN VDE 0185-103 (Z VDE 0185 Teil 103):1997-09 Schutz gegen elektromagnetischen Blitzimpuls – Teil 1: Allgemeine Grundsätze. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [13] Z DIN VDE V 0185-110 (Z VDE V 0185 Teil 110):1997-01 Blitzschutzsysteme – Leitfaden zur Prüfung von Blitzschutzsystemen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [14] DIN VDE 0105-100 (VDE 0105 Teil 100):2000-06 Betrieb von elektrischen Anlagen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [15] DIN VDE 0101 (VDE 0101):2000-01 Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [16] Gruppe 8 Informationstechnik. VDE-Normgruppen-Ordner. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [17] DIN VDE 0100-410 (VDE 0100 Teil 410):1997-01 Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1 000 V – Teil 4: Schutzmaßnahmen – Kapitel 41: Schutz gegen elektrischen Schlag. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [18] DIN VDE 0800-2 (VDE 0800 Teil 2):1985-07 Fernmeldetechnik – Erdung und Potentialausgleich. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [19] DIN VDE 0100-540 (VDE 0100 Teil 540):1991-11 Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannung bis 1 000 V – Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdung, Schutzleiter, Potentialausgleichsleiter. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [20] DIN VDE 0800-10 (VDE 0800 Teil 10):1991-03 Fernmeldetechnik – Übergangsfestlegungen für Einrichtung und Betrieb der Anlagen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [21] DIN VDE 0800-1 (VDE 0800 Teil 1):1989-05 Fernmeldetechnik: allgemeine Begriffe, Anforderungen und Prüfungen für die Sicherheit der Anlage
- [22] DIN VDE V 0100-534 (VDE V 0100 Teil 534):1999-04 Elektrische Anlagen von Gebäuden – Teil 534: Auswahl und Errichtung von Betriebsmitteln – Überspannungs-Schutzeinrichtungen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [23] DIN VDE 0845-1 (VDE 0845 Teil 1):1987-10 Schutz von Fernmeldeanlagen gegen Blitzeinwirkung, statische Aufladungen und Überspannungen aus Starkstromanlagen – Maßnahmen gegen Überspannungen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [24] Ausschuss für Blitzschutz und Blitzforschung (ABB) im VDE, Frankfurt/M: www.vde.com/abb
- [25] Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeiten von Geräten (EMVG) vom 18.9.1998. BGBl. I 50 (1998) Nr. 64 vom 24.10.1998, S. 2882–2889

Checkliste Blitz- und Überspannungsschutz

Kennziffer 012 ■

Informationen zu den VDE-Normenauswahl-Ordern

Kennziffer 013 ■