

# Erdungs- und PA-Anlagen für freizügige Gebäudenutzung

Karsten Reitnauer

**Der Beitrag befasst sich mit der Errichtung von Erdungs- und Potentialausgleichsanlagen zur Kosteneinsparung durch nicht notwendige Doppelinstallationen und Optimierung des Personenschutzes sowie der EMV von Anlagen und Systemen.**

Die Anforderungen der Nutzer an die freizügige Nutzung von Gebäuden und baulichen Anlagen können sehr vielfältig sein. Hierzu sollten schon in der Vorplanung die möglichen Ausführungsmaßnahmen rechtzeitig berücksichtigt werden, damit sich im Rohbau und später im Ausbau zusätzliche Maßnahmen erübrigen

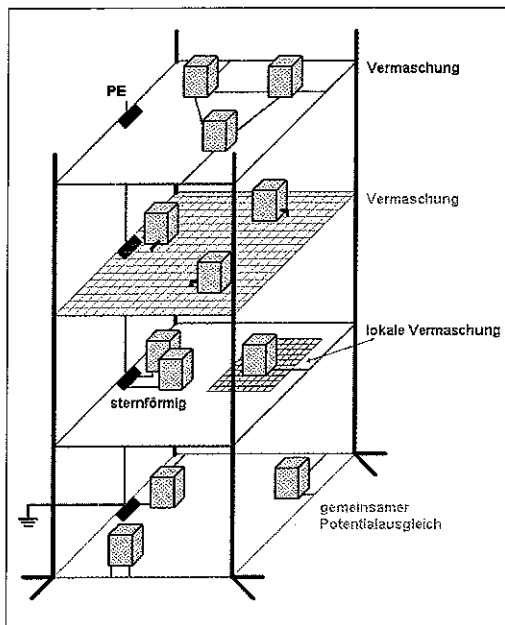
Die Gewährleistung der EMV in empfindlichen Anlagen und Systemen setzt häufig höhere Anforderungen an Erdungs- und Potentialausgleichsmaßnahmen voraus, als es die Personensicherheit erfordern würde. Der Erfüllung der Personensicherheit gebührt allerdings die höchste Priorität.

## Gebäude künftig flexibel nutzbar gestalten

Freizügige Gebäudenutzung bedeutet, dass ein Gebäude ohne besondere bauliche Veränderungen verschiedenen Nutzungen unterworfen werden kann.

Die Begriffe Erdung, Potentialausgleich (PA), neuerdings auch Massung (Massung kommt in diesem Fall vom Ausdruck Masse für die Signalerde) werden in der Praxis mitunter nicht klar definiert und dies führt zur Verwirrung. Stellt man sich die Frage, warum dies so ist, findet man heraus, dass Elektrotechniker die Begriffe zum Teil je nach Anwendungszweck verwenden und auch in der Normung noch nicht ganz vereinheitlicht sind. Aus diesem Grund erscheint es hilfreich, die hier verwendeten Begriffe vorab zu definieren

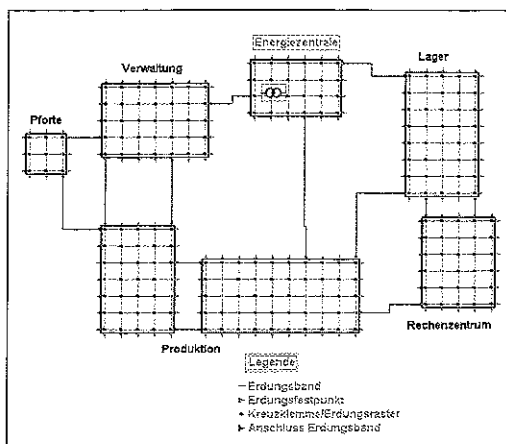
Dipl.-Ing. (FH) Karsten Reitnauer  
Sachverständiger und Seminarleiter  
TÜV Rheinland, Köln



**Bild 1: Aufbau einer Potentialausgleichsanlage nach DIN EN 50174-2**

Mit *Erdung* wird üblicherweise die Verbindung fremder leitfähiger Teile mit der *Erdungsanlage* bezeichnet. Als *Potentialausgleich* (PA) bezeichnet man die Verbindung fremder leitfähiger Teile untereinander, um eine Potentialgleichheit herzustellen. Der Begriff *Massung* steht für die *Verbindung der Signalerde* mit der Erdungs- bzw. der PA-Anlage.

Die Normen DIN VDE 0100-200:1998-06, VDE 0100-200:2001-05 und DIN VDE 0800-2: 1985-07 definieren die Begriffe bezüglich Erde, Erdung und PA unterschiedlich. Allen gemeinsam ist allerdings, dass die



**Bild 2: Beispiel einer vermaschten Erdungsanlage**

Erdungsanlage auch über eine PA-Funktion verfügt und der PA an sich isoliert oder erdfrei aufgebaut sein könnte. Dies dürfte sich in räumlich ausgedehnten Anlagen langfristig nur schwer realisieren lassen. Den erdfreien (örtlichen) PA wendet man in der Praxis bei IT-Systemen an. So z.B. in Krankenhäusern bei Räumen der Anwendungsgruppe 2 oder in Teilen von chemischen Anlagen, wo ein direktes Abschalten bei einem Fehler fatale Folgen für die Patienten, die Anlage oder den Produktionsablauf hätte [1, 2, 3].

## Normative Zusammenhänge

Gemäß DIN 18014:1994-02 ist der Fundamente der eines Gebäudes mit Bandstahl 30mm x 3,5mm oder Rundstahl von 10mm Durchmesser auszuführen. Der Fundamente der soll als geschlossener Ring mit einer maximalen Maschenweite von 20m x 20m im Bereich der Außenwände verlegt werden. Die Anschlussfahnen sollen aus verzinktem Stahl bestehen. Dies sind die absoluten Minimalanforderungen an den Fundamente der eines Gebäudes. Sie stehen zum Teil im Widerspruch zu anderen Normen, z.B. zur VDE 0185 [4].

Nach DIN VDE 0800-2-310:2001-09 wird für Gebäude mit informationstechnischen Einrichtungen eine dreidimensional vermaschte PA-Anlage gefordert, die im Hinblick auf elektromagnetische Störungen entsprechend niederimpedant und stromtragfähig auszuführen ist. Die DIN VDE 0800-174-2:2001-09 empfiehlt für die dreidimensional vermaschte PA-Anlage ein Raster von 3...4m. Den beispielhaften Aufbau einer PA-Anlage stellt Bild 1 dar [5, 6].

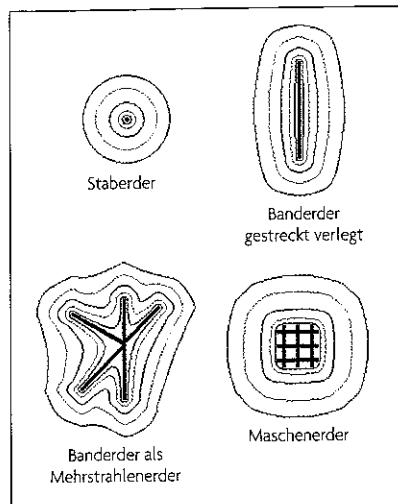
Die Bestimmung VDE 0185-3:2004-09 empfahl die Installation des Fundamente-

ders als Netzwerk mit einer Maschenweite von max. 10 m. Die Maschenweite gemäß Blitzschutzklasse ist nicht als zwingende Maschenweite für den Fundamenterder zu verstehen, sondern dient ausschließlich zur Errichtung der Fangeinrichtungen und der Ableiteinrichtungen. Die Vermaschung mehrerer Gebäudeteile durch das Verbinden der jeweiligen Fundamenterder durch Erdungsband ist zu empfehlen. Sie reduziert mögliche Potentialdifferenzen zwischen den Gebäuden im Falle eines Blitzschlages oder eines Erdschlusses im Mittelspannungsnetz. Eine vermaschte Erdungsanlage zeigt Bild 2 [7].

## Auslegung der Erdungsanlage

Zur Erdungsanlage zählt die Gesamtheit aller mit dem Erdreich direkt oder indirekt verbundenen leitenden Teile. Direkt verbundene leitende Teile bringt man unmittelbar in das Erdreich ein, z. B. Erdungsbeiseile, Tiefenerder und horizontal verlegte Erdungsbänder. Indirekt verbundene leitende Teile sind Teile, die über eine teilweise leitende Schutzschicht eingebracht sind, z. B. den Beton des Fundaments oder die mit Erdreich bedeckten Außenwände.

Bei Abdichtungen des Fundaments mit isolierenden Materialien sind zusätzlich ein Ringerder, mehrere Tiefenerder, mehrere Sticherder oder auch eine Kombination je nach den örtlichen Gegebenheiten zu installieren (vgl. Bild 3 zu Erderkonfigurationen). Als isolierend gilt z. B. die Anwendung von Perimeterdämmung und schwarzer Wanne. Hohe spezifische Erdungswiderstandswerte des natürlich vorhandenen Erdreichs, erfordern mitunter zum Erreichen eines ausreichend niederohmigen Erdungswiderstands zusätzliche Ringerder oder Erdungsmaßnahmen zu Potentialsteuerungszwecken (Bild 4). Mitunter kann eine Potentialsteuerung im Bereich der Blitzschutzzone  $O_B$  – ehemals vorgesehen als  $O_C$  – notwendig sein, so etwa z. B. bei Ein- und Ausgängen von Gebäuden



**Bild 3: Erderkonfigurationen (nicht maßstabsgetreu)**

Der Fundamenterder sollte wegen des niedrigeren Induktivitätsbelags gegenüber Rundleiteranordnungen mit Bandstahl von mindestens 30 mm x 3,5 mm (Leitfähigkeit entspricht 16 mm<sup>2</sup> Kupfer) und mit einem Raster zwischen 5 m und 10 m Maschenweite oder bei Gebäuden mit Stahlbetonstützen im entsprechenden Rastermaß der Stützen hergestellt werden. Die Erdungsleiter sollten im Abstand von max. 5 m sicher mit der Baustahlbewehrung verbunden werden, z. B. mittels Kreuzklemmen oder Schweißverbindungen. Diese Bewehrungslage sollte nach Möglichkeit aus Baustahlmatten bestehen. Röhrlverbindungen gelten nach [7] nicht als sichere elektrisch leitende Verbindung, sondern dienen nur der Lagefixierung. In der Praxis hat sich herausgestellt, dass durch die Vielzahl von Verbindungen trotz allem eine stromtragfähige Verbindung besteht, welche allerdings keinen definierten Leitungsweg darstellt. Die Stromtragfähigkeit zwischen zwei verschiedenen Punkten kann man in Anlehnung an die KTA 2206 durch eine Strom-/Spannungsmessung mit einem Mindeststrom von 30 A nachweisen [8].

Für den Anschluss von Ringerdern, Blitzschutzanlagen und Metallfassaden oder auch an den PA sollte der Errichter

zwischen anderen Gebäuden Anschlusspunkte in Form von Erdungsfahnen oder Erdungsfestpunkten vorsehen.

Als Material empfiehlt sich im Fundament schwarzer Stahl (in Verbindung mit Baustahl). Es lässt sich auch verzinkter Stahl verwenden, wobei sich die Zinkschicht abträgt. Für aus dem Beton herausgeführte Verbindungen oder innerhalb des Erdreichs hat sich Edelstahl bewährt, in Gebäuden kann man auch verzinkten Stahl mit Korrosionsschutz (z. B. Schrumpfschlauch) verwenden.

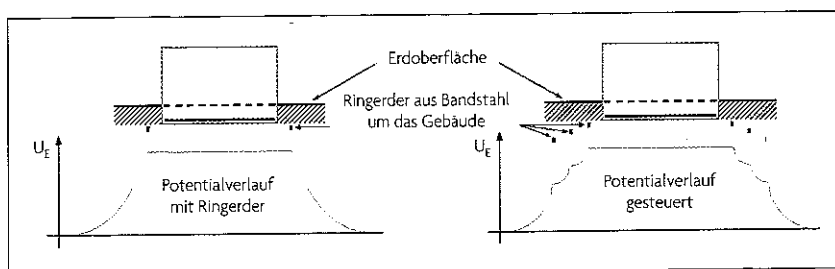
## Auslegung der PA-Anlage

Die Realisierung der PA-Anlage gestaltet sich gegenüber der Erdungsanlage weit aus komplexer, da je nach einzusetzenden Systemen (Störfestigkeit) und entsprechend den vorhandenen Störquellen geeignete PA-Maßnahmen zu entwickeln sind. Dies ist notwendig, um Störbeeinflussungen im Systemverbund der installierten Anlagen und Systeme zu vermeiden.

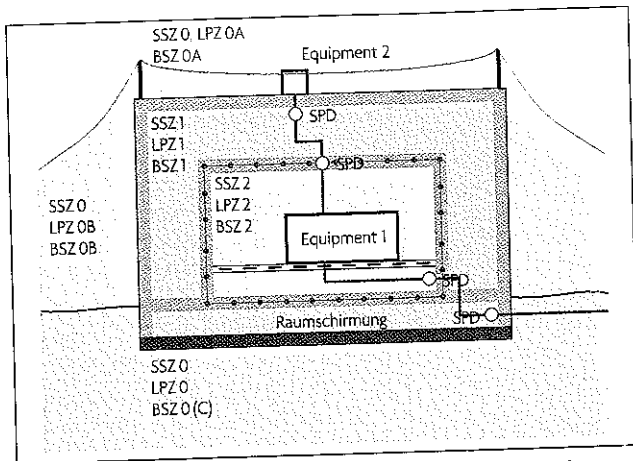
Man sollte die PA-Anlage in die Gebäudestruktur integrieren. Das spart Kosten. Gleichzeitig lässt sich das Gebäude dann auch in Zukunft freizügig und ohne besondere Einschränkungen nutzen. Als Gebäudestruktur bezeichnet man in diesem Zusammenhang den Aufbau des Gebäudes, z. B. mit Stahlbeton-, Stahlstützen oder auch mit Stahlbetonfertigteilen. Durch diese besondere Ausführung der PA-Anlage entsteht ein dreidimensionaler vermaschter PA (Bild 1). Ein sogenannter Hauptpotentialausgleich ist aufgrund der Vermaschung hier nicht möglich, da dieser eine sternförmige PA-Struktur voraussetzt. Dies stünde allerdings im Widerspruch zu den Anforderungen nach DIN VDE 0800-2-310.

Analog zum Fundamenterder sollte auch der PA mit Bandstahl von mindestens 30 mm x 3,5 mm und einem Raster zwischen 5 m und 10 m Maschenweite oder bei Gebäuden mit Stahlbetonstützen im entsprechenden Rastermaß der Stützen hergestellt werden. Die PA-Leiter sollte man auch hier im Abstand von max. 5 m sicher mit der Baustahlbewehrung verbinden (Bewehrungslage möglichst aus Baustahlmatten).

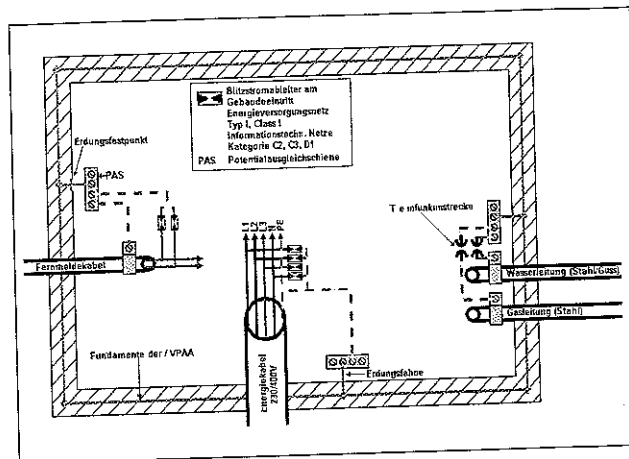
In allen Technikräumen, im Bereich von Kabeltrassen und Steigeschächten, in Zwischendecken und -böden sollten Anschlusspunkte in Form von Erdungsfahnen oder Erdungsfestpunkten vorgehen werden. Deren Abstände betragen zweckmäßigerweise max. 15 m,



**Bild 4: Potentialsteuerung**



**Bild 5: Störerschutzzoneneinteilung mit äquivalenter Blitzschutzzoneneinteilung**



**Bild 6: Blitzschutzpotentialausgleich eingeführter Leitungen am Gebäudeeintritt**

damit die Leitungslängen für den Anschluss von Anlagen und Geräten nach Möglichkeit 5 m nicht überschreiten. An diese Anschlusspunkte schließt man dann an:

- Blitzschutzanlagen,
- Metallfassaden,
- ableitfähigen Böden,
- Kabeltrassen,
- Medienleitungen oder auch den
- PA von Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung.

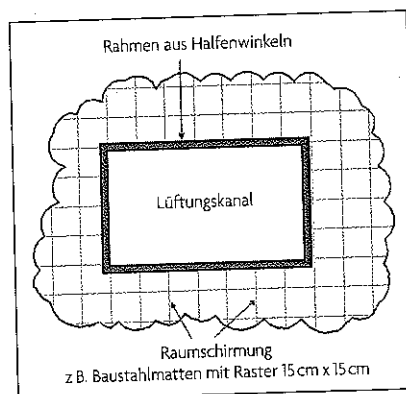
Die übliche grün-gelbe PA-Verkabelung entlang der Kabeltrassen kann durch die konsequente Ausführung einer vermaschten PA-Anlage (VPAA) in den meisten Fällen entfallen. Hiervon ausgenommen sind Fälle, bei denen über definierte Strompfade (Ein- und Austritt) im PA-System derartig hohe Ströme fließen können, dass es bis zur Abschaltung durch die zugeordneten Schutzorgane evtl. zu unzulässigen Erwärmungen kommen kann. Solche unzulässigen Erwärmungen sind im Sinne des Brand- und Explosionsschutzes zu vermeiden. Als zulässige Grenztemperatur kann man in nicht gefährdeten Bereichen von einer Temperatur von ca. 70°C bis 100°C ausgehen. In Bereichen mit Ex-Zonen sind die jeweiligen Zündtemperaturen der verwendeten Stoffe heranzuziehen.

Nach DIN VDE 0100-540: 1991-11 müssen die Querschnitte für die Leiter des Hauptpotentialausgleichs mindestens 6 mm<sup>2</sup> oder halb so groß wie der Querschnitt des größten Schutzleiters der Anlage sein. Die obere Querschnittsforderung liegt bei Kupfer nicht größer als 25 mm<sup>2</sup>, bei anderen Materialien genügt ein der Strombelastbarkeit gleichwertiger Querschnitt Leiter für den zusätzlichen PA zwischen zwei Körpern müssen mindestens so groß sein,

wie der kleinste Schutzleiter. Beim Anschluss an fremde leitfähige Teile muss der PA-Leiter mindestens halb so groß sein wie der Querschnitt des Schutzleiters [9]. Bei Querschnitten bis 16 mm<sup>2</sup> Kupfer reicht somit das Erdungs- und PA-System ohne Berücksichtigung der Baustahlbewehrung bei Verwendung von Bandstahl von 30 mm x 3,5 mm aus. Bei Querschnitten bis 25 mm<sup>2</sup> Kupfer wäre die Baustahlbewehrung miteinzubeziehen. Sollte dies nicht gewünscht sein, lassen sich die höheren Anforderungen durch die Verwendung von Bandstahl mit 40 mm x 4 mm realisieren.

### Blitzschutzpotentialausgleich und Störerschutzzonen

Hierfür sind am Gebäudeeintritt und beim Übertritt zwischen verschiedenen Störerschutzzonen Anschlusspunkte an die VPAA vorzusehen. Die beispielhafte Störerschutzzoneneinteilung stellt das Bild 5 dar. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die maximale Maschenweite einer ggf. notwendigen Gebäude- oder Raumschirmung nicht überschritten



**Bild 7: Großflächiger Anschluss eines Lüftungskanals mit Halfenwinkeln**

wird. Die Raumschirmung wählt und dimensioniert man entsprechend den zu erwartenden Frequenzen bzw. Frequenzbereichen.

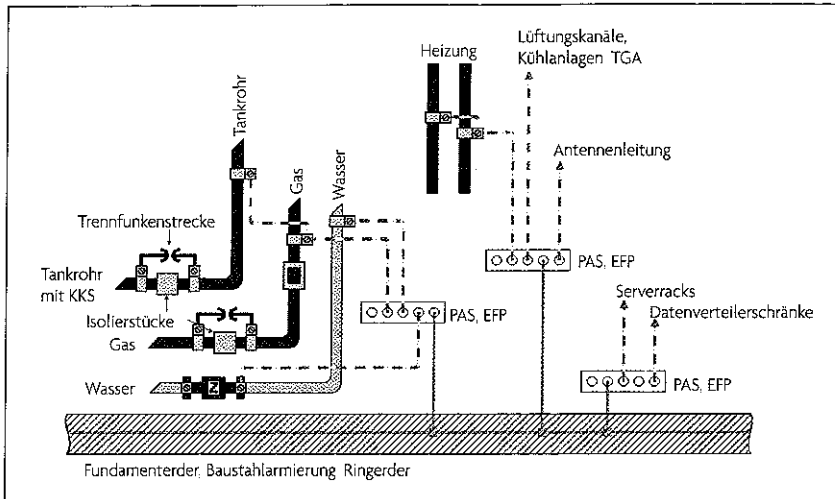
Schirmungsmaßnahmen sollen Störeinflüsse auf Anlagen und Systeme verhindern. Das Einbringen einer Schirmung kann aber auch die Wellen von Funkdiensten dämpfen – z. B. Mobiltelefone, BOS oder WLAN. Dies erfordert außerdem eine zusätzliche In-house-Versorgung. In diesen Fällen müssen Planer, Errichter sowie Betreiber das Schutzziel und den Nutzen entsprechend abwägen.

Die mögliche Ausführung des Blitzschutzpotentialausgleichs ist beispielhaft in Bild 6 dargestellt. Das Bild 7 zeigt die Skizze des PA einer Medienleitung – hier des Lüftungskanals – beim Zonenübertritt unter Berücksichtigung einer vorhandenen Raumschirmung.

Zur Erreichung des angestrebten Schutzziels ist es wichtig, dass man den geforderten Blitzschutzpotentialausgleich konsequent umsetzt und die maximal zulässigen Leitungslängen einhält, z. B. bei Überspannungsschutzeinrichtungen oder Filtern. Andernfalls arbeiten die Schutzgeräte nicht im projektierten Arbeitsbereich.

### Anlagen und Systeme an den PA anschließen

Energieversorgungssysteme sind je nach Art und Ausführung mit der Erdungsanlage bzw. dem PA zu verbinden. Als geerdete Systeme gelten alle TN-Systeme, das TT-System sowie isoliert oder über einen definierten Widerstand das IT-System. Im Normalfall sollte die Auswahl auf das TN-S-System als EMV-freundliches und den Anforderungen an die Personensicherheit entsprechendes



**Bild 8: Anschluss fremder leitfähiger Teile an den Potentialausgleich**

Energieversorgungsnetz fallen. Diese Netzform bietet zurzeit die meisten Gestaltungsoptionen für beide Anforderungen [10].

Fremde leitfähige Teile, die ein Potential einschließlich des Erdpotentials übertragen können, sind ebenfalls mit dem PA zu verbinden. Somit sind z. B. die in

Bild 8 dargestellten fremden leitfähigen Teile an den PA anzuschließen. Für systemtypische Belange bezüglich des PA oder erdfreien Betriebs sind die Herstellerunterlagen heranzuziehen und zu berücksichtigen, da sonst Haftungsausschlüsse bei eventuell auftretenden Fehlern oder Schäden drohen können.

## Korrosionsvermeidung von Beginn an

Zur Vermeidung von Korrosion an den aus dem Beton geführten Teilen der Erdungsanlage stehen unterschiedliche Materialien zur Verfügung, z. B. Kupfer, verzinkter Stahl oder auch Edelstähle (V2A oder V4A). Hier hat sich in der Praxis gezeigt, dass Edelstähle die beständigere Wahl sind, da bei verzinktem Stahl in Verbindung mit schwarzem Stahl (blanker Baustahl) am Betonaustrittspunkt unmittelbar ein Zinkabtrag mit nachfolgender Korrosion auftritt. Ebenso ist beim Übergang vom Erdreich an die Oberfläche ein Korrosionsschutz anzubringen (z. B. Korrosionsschutzbinde oder Schrumpfschlauch, siehe Bild 9). Bei der Verwendung von Edelstahl entfällt diese gesonderte Behandlung.

Zur Herausführung von Anschlussfahnen zu Erdungs- und PA-Zwecken erwiesen sich Erdungsfestpunkte in Edelstahl als besonders praktikabel. Im späteren Bauverlauf stehen somit keine

Bis zu € 6.000,- Ersparnis\*

Ab € 13.990,-\*\*

## Was nicht passt, wird passend

Der neue CITROËN JUMPY mit höhenverstellbarer Ladekante.

Der CITROËN JUMPY Kastenwagen mit serienmäßiger Luftfederung (je nach Version) hebt und senkt die Ladekante zum einfachen Beladen. Zudem bietet er bis zu 7 m³ Laderaumvolumen, bis zu 1.125 kg Nutzlast, 3 starke und sparsame HDi-Motoren u.v.m.

[www.citroen-jumpy.de](http://www.citroen-jumpy.de)

\*Auf Basis der unverbindl. Preisemp. Max. Ersparnis beim höchster

zigsten Modell \*\*Um die Ersparnis reduzierte, unverbindl. Preisempf. der CITROËN DEUTSCHLAND AG für den CITROËN JUMPY 2

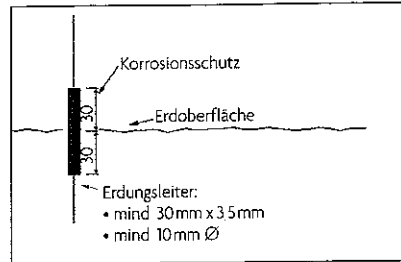
hinderlichen Erdanschlussfahnen hervor, die vom Baupersonal umgebogen oder gar abgetrennt werden müssen. Selbst in Fertigbetonelementen lassen sich Erdungsfestpunkte problemlos einbringen.

Die Angaben zur Auswahl der Erderwerkstoffe bezüglich Korrosion nach DIN VDE 0151:1986-06 lassen sich nur bedingt ansetzen, da es mittlerweile auch neuere Werkstoffe gibt

## Ausblick

Die Anforderungen an den PA für Sicherheitszwecke ergeben sich immer aus der jeweiligen Anlagenkonfiguration. Für die Zukunft sind keine erhöhten Anforderungen für den Schutzpotentialausgleich zu erwarten.

Die Anforderungen an den PA für Funktionszwecke sind bei der Realisierung des PA nach den formulierten Anforderungen für den größten Teil aller Anlagen ausreichend. Für spezielle Anlagen kann es sein, dass diese Maßnahmen in Zukunft noch ergänzt werden müs-



**Bild 9: Erforderlicher Korrosionsschutz, z.B. bei verzinktem Stahl**

sen. Durch immer kleinere Bauformen und geringere Betriebsspannungen und -ströme von elektronischen Geräten und Systemen scheint es notwendig, ein konsequentes EMV-Management zum Zeitpunkt der Vorplanung von Gebäuden und Anlagen einzuführen, während der Planungs- und Bauphase fortzuschreiben und später im laufenden Betrieb weiter zu berücksichtigen

## Normen und Literatur

[1] DIN VDE 0100-200: 1998-06 Elektrische Anlagen von Gebäuden, Begriffe

- [2] VDE 0100-200: 2001-05 Errichten von Niederspannungsanlagen, Begriffe
- [3] DIN VDE 0800-2: 1985-07 Fernmeldetechnik, Erdung und Potentialausgleich
- [4] DIN 18014: 1994-02 Fundamenterder
- [5] DIN VDE 0800-2-310: 2001-09 Anwendung von Maßnahmen für Potentialausgleich und Erdung in Gebäuden mit Einrichtungen der Informationstechnik (entsprechend DIN EN 50310)
- [6] DIN VDE 0800-174-2: 2001-09 Informationstechnik; Installation von Kommunikationsverkabelung; Installationsplanung und -praktiken in Gebäuden (entsprechend DIN EN 50174-2)
- [7] VDE 0185-305-3: 2006-10 Blitzschutz Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen (entsprechend DIN EN 62305-3)
- [8] KTA 2206: 2000-06 Auslegung von Kernkraftwerken gegen Blitzeinwirkungen
- [9] DIN VDE 0100-540: 1991-11 Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000V – Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel; Erdung, Schutzleiter, Potentialausgleichsleiter
- [10] Wilhelm, Dirk; Reitnauer, Karsten: EMV-gerechte Energieversorgung für hochverfügbare Anlagen »de« 7/2006, S. 42 ff.

emacht.



er **CITROËN JUMPY Kombi** hat eine optionale Luftfederung zum bequemen ansteigen, Beladen und Befördern. Hochwertige Materialien, Komfortausstattung, bis 9 Sitze u.v.m. machen ihn zu einem besonders komfortablen Van.

**CITROËN**  
NICHTS BE **ROËN JUMPY**  
WEGT SIE WIE EIN CITROËN

