

EMV-gerechte Kommunikationsverkabelung

VOJTECH KOPECKY Elektrofachbetriebe, die sich mit der Installation informationstechnischer Anlagen beschäftigen, haben die Elektroanlagen streng nach EMV-Gesichtspunkten auszuführen. Gegenüber der herkömmlichen Elektroinstallation gibt es eine Reihe veränderter Denk- und Herangehensweisen. Der Beitrag beschreibt die Installation von Kommunikationsverkabelungen nach der neuen Norm DIN EN 50174-2 (VDE 0800 Teil 174-2): 2001-09.

In den bisher erschienenen »de«-Beiträgen (Kasten) wurden die Leser über EMV-freundliche Netzsysteme, Erdung, Potentialausgleichs- und Schirmungsmaßnahmen nach den neusten Normen [1][2][3][5] informiert.

Nachfolgend das wichtigste aus der Norm »Installation von Kommunikationsverkabelung« [4]. Die Ausführungen beziehen sich dabei vorrangig auf die praktische Anwendung dieser Norm bzw. auf häufig anzutreffende Installationsfehler.

Verdrillung beibehalten

Die praktischen Erfahrungen zeigen, dass die Doppeladern in den Rangierkanälen häufig nicht fachgerecht installiert sind und damit eine Erhöhung der Querspannung und eine Signalbeeinträchtigung verursachen. Abschnitt 5.9 der Norm [4] sagt aus, dass das Signal möglichst wenig beeinträchtigt werden darf, d. h. die Verdrillung der Aderpaare bis zur Anschlussstelle muss ohne Veränderung beibehalten werden.

Ein- oder beidseitige Erdung der Schirmung?

Die Ausführung der Schirmungsmaßnahmen wird zum größten Teil immer noch nicht richtig ausgeführt. Der Kabelschirm schützt einzelne Adern oder den gesamten Verseilverband gegen elektromagnetische Beeinflussungen. Die Schirme sind aus gut leitendem Material.

Elektromeister Vojtech Kopecky, Aachen, ist Sachverständiger für Blitzschutzbau und freier Autor, www.kopecky.de

Das kann z. B. ein Geflecht aus blanken Kupferdrähten, aus Kupferdrähten mit Querleitwendeln, aus Kupferbändern oder aus leitfähigen Kunststoffschichten sein.

Die zwei Varianten der Schirmerdung haben folgende technische Auswirkungen:



Bild 1: Schirmverbindungen sollten niederohmig und nach dem 360°-Prinzip ausgelegt sein

- **Einseitig geerdete Schirme** schützen gegen kapazitive Kopplungen.

- **Beidseitig geerdete Schirme** schützen gegen induktive Kopplungen.

Innerhalb gebäudetechnischer Anlagen ist die beidseitige Erdung der Schirme die günstigere Variante aus Sicht der EMV. Die einseitige Erdung schützt nur bei kleinen Spannungen und niedrigen Frequenzen. Bei einem Blitzschlag entstehen jedoch hohe Frequenzen und Spannungen. Mit zunehmender Anzahl von elektronischen Einrichtungen – angefan-

Bisher veröffentlichte »de« folgende Beiträge dieses Autors zum Thema EMV:

- »Elektrofachkräfte verantwortlich für EMV-gerechte Anlagen«, Heft 23/2001, S. 35 ff.
- »Potentialausgleich für EMV-gerechte Anlagen«, Heft 11/2002, S. 33 ff.

gen von Vorschaltgeräten bis zu Frequenzumrichtern – treten vermehrt Probleme mit den höheren Frequenzen auf.

Anschlüsse der Schirme erfordern höchste Sorgfalt

Folgende Installationsleitlinien sind bei der Schirmerdung nach [4] zu berücksichtigen:

- Der Kabelschirm muss vom Sender bis zum Empfänger durchgängig sein, d. h. Kabelschirme müssen an beiden Enden

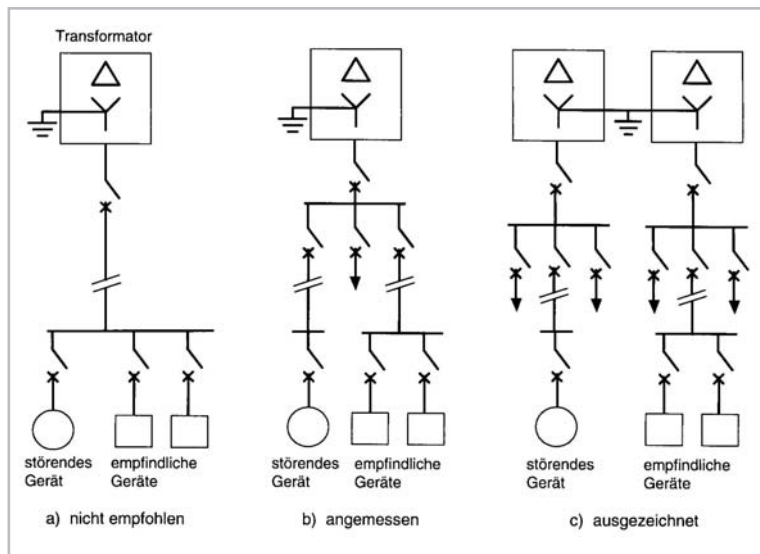
an Endeinrichtungen oder Buchsen angeschlossen werden.

- Nach EN 50173 müssen Kabelschirme einen geringen Kopplungswiderstand aufweisen.

- Die Montage von Verbindungselementen muss mit besonderer Sorgfalt durchgeführt werden. Der Schirmkontakt sollte dem Prinzip des Faradayschen Käfigs folgen, d. h. die zu schützende Leitung ist mit 360° zu umfassen. Dabei sollte die Schirmverbindung so niederohmig wie möglich ausgeführt werden (Bild 1).

- Der Kabelschirm sollte das Kabel auf seiner ganzen Länge voll-

Bild 2: Rückwirkung nichtlinearer Lasten



ständig umgeben. Ein Schirmkontakt, der lediglich durch den Beilaufdraht hergestellt wird, hat bei hohen Frequenzen kaum eine Wirkung.

- Die Schirmung sollte durch eine ausreichende Schirmverbindung beibehalten werden. Hierfür dürfen keine gewöhnlichen Kontaktstifte verwendet werden.
- Selbst kleine Unterbrechungen der Schirmung sind unbedingt zu vermeiden. So können schon z. B. Löcher im Schirm, Kabelschwänzchen, Schleifen sowie Schirmunterbrechungen in der Größenordnung von 1 % bis 5 % der Wellenlänge die gesamte Schirmwirkung stark verschlechtern.

Betrachtungen zu nichtlinearen Lasten

Die Netzrückwirkungen so genannter nichtlinearer Lasten – z. B. Vorschaltgeräte, Netzeile oder Frequenzumrichter – führen vermehrt zum Ausfall von Elektronik und erhöhter Leitungserwärmung.

Der N-Leiter im Drei-Phasen-System ist in diesen Situationen häufig stärker belastet als die Außenleiter, wenn Verbraucher mit nichtlinearen Lasten angeschlossen sind. Dadurch wird auch eine höhere Erwärmung verursacht und durch den Energieverlust können die N-Leiterklemmen, die für diese hohen Ströme nicht vorgesehen sind, verbrennen. In den USA werden aus diesem Grunde in neuen Netzen von Drei-Phasen-Systemen

bereits N-Leiter mit doppeltem Querschnitt verwendet. In [4] Abschnitt 6.4.4.1 ist die Maßnahme für den N-Leiter so beschrieben: »... einen angemessenen Querschnitt des Neutralleiters zu wählen, der mindestens mit demjenigen des Außenleiters

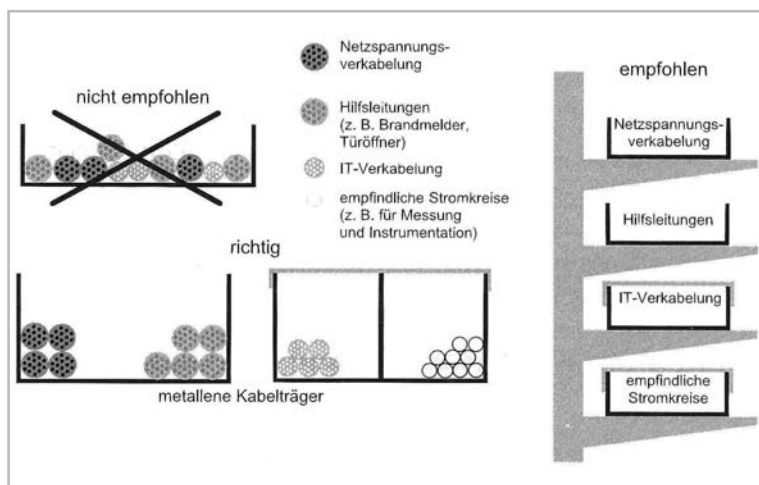


Bild 3: Richtige Anordnung von Kabeln und Leitungen der Energie- und IT-Technik

übereinstimmt, um den Auswirkungen einer ungleichmäßigen Lastverteilung und der dritten Oberschwingung entgegenzuwirken«. Durch diesen Text ist auch die Problematik mit nicht ausreichendem Querschnitt beim N-Leiter geregelt.

Einfluss der Stromverteilungsanlage

Bei Kontrollen elektrischer Gebäudeinstallationen entdeckt man z. B. häufig, dass Aufzüge oder Lüftungsanlagen mit Frequenzumrichtern sehr oft erst in der letzten Etage am Schienen-

system/Steigleitung der Energieversorgung angeschlossen sind. Hier wirken die Netzrückwirkungen direkt auf das gesamte System.

Die unterschiedlichen Anwendungen der sternförmigen Stromverteilung sind in Bild 2 abgebildet. Für die genannten Aufzüge oder Lüftungsanlagen folgt somit, dass diese direkt vom Elektrohauptverteiler oder noch besser von einem separaten Transformator zu versorgen sind.

Die möglichen Stromquellen der Stromverteilungsanlagen müssen im Abstand von empfindlichen Geräten installiert werden.

Richtige Ausführung von Kabel- und Leitungstrassen

Eine gemeinsame Kabeltrasse von Niederspannungskabel und Signalkabel ist sehr wichtig, da dadurch keine Induktionsschleifen entstehen können. Auf der anderen Seite müssen Niederspannungskabel und informationstechnische Leitungen ausrei-

chend voneinander getrennt sein (Abstand oder Schirmung).

Dabei dürfen diese Kabel/Leitungen sich nur im rechten Winkel kreuzen.

Für eine Tertiärverkabelung mit Längen von weniger als 35 m wird bei geschirmter Verkabelung kein Trennabstand benötigt.

Werden die Längen von 35 m überschritten, gelten die Trennabstände über die gesamte Länge, mit Ausnahme der letzten 15 m, die mit dem informationstechnischen Anschluss verbunden sind. Die erforderlichen Mindestabstände können Tabelle 1 der Norm [4] entnommen werden.

Die Bündel sind nach Kabelarten zu bilden und elektromagnetisch getrennt zu verlegen (Bild 3). Dabei sind geschlossenen Kabelpritschen zu bevorzugen. Diese sollten keine Schlitzlöcher zur Kabelbefestigung haben, die senkrecht zur Pritschenachse stehen.

Weiterhin ist es wichtig, dass die Bündelhöhe in der geöffneten Kabelwanne nicht gleich oder höher ist als die Seitenwände, da ansonsten die oberen Kabelschichten im Bündel außerhalb des Schirmungsbereiches liegen.

Die Kabelführungssysteme aus Metall sollten eine gute Durchgängigkeit besitzen und keine Unterbrechung des Kabelführungssystems aufweisen. Die einzelnen kurzen Kabelverbindungen erhöhen die Impedanz und verschlechtern die elektromagnetischen Eigenschaften.

Maschenförmiger Potentialausgleich

Der Potentialausgleich wird von den meisten Elektroinstallationsfirmen nur zweidimensional (horizontal) installiert. Die größten Probleme bereitet die Induzierung des stoßförmigen Magnetfeldes hauptsächlich in vertikalen Schleifen. Aus diesem Grunde muss – wie auch in der Norm [3] beschrieben – ein vertikaler Potentialausgleich mit Maschenformen von etwa 3 ... 4 m hauptsächlich in Bereichen mit elektronischen Einrichtungen installiert werden. Zum Zwecke des Potentialausgleichs müssen alle Einrichtungen mit Potentialausgleichseigenschaften mitbenutzt werden. Dabei handelt es sich z. B. um Erdungsleiter, Metallröhren, Kabelführungssysteme, Metallgerüste, Abdeckplatten, Stürze, Gitter, Träger, Metallgestelle, Türrahmen und weitere alternative stromleitfähige Einrichtungen, die die Potentialausgleichsmaßnahmen verbessern können. Im »de«-Beitrag 23/2001, S. 35 ff. wurde noch über einen maschenförmigen Potentialausgleich mit 5 x 5 m berichtet. In der neuen Norm [4], Abschnitt 6.7.3.1 ist dieses »Maschennetz« auf etwa 3 m Kantenlänge begrenzt worden.

Die Potentialausgleichsanschlüsse der einzelnen Elektroverteiler, Schränke und Geräte sollen nicht länger als 50 cm be-

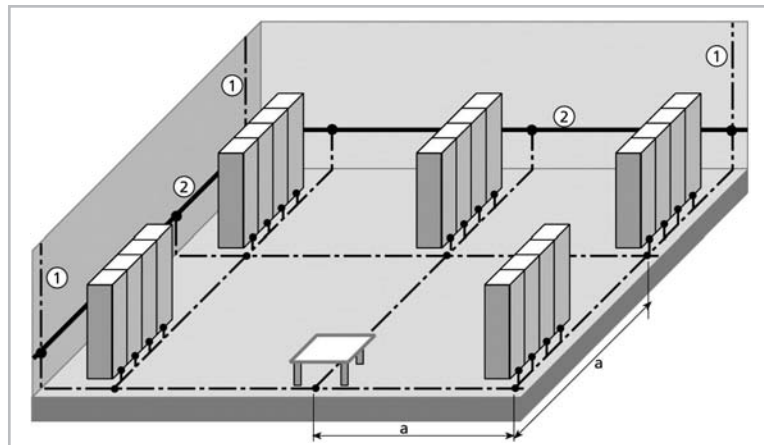


Bild 4: a) Maschenförmiger Potentialausgleich in einem EDV-Raum (Abstand a nach [4] ≤ 3 m): 1 – Potentialausgleichsleitungen für abgehängte Decken und Einrichtungen oberhalb der Decken, 2 – Erdungssammelleiter: Erdleiter in der Wand oder als Potentialausgleichsleitung außerhalb, besser ist jedoch ein Fundamenteerder unterhalb des Doppelbodens b) Ansicht eines maschenförmigen Potentialausgleichs am Ständer eines Doppelbodens

tragen (Bild 4). Da diese 50 cm nicht immer realisierbar sind, kann man in diesem Fall zwei parallele Leiter mit einer Länge von 1 m installieren, jedoch mit einem Abstand von mehr als 50 cm, da ansonsten eine gegenseitige Induktanz zwischen den beiden Leitern entstehen kann. Die Potentialausgleichsanschlüsse sollten an einem Verzweigungspunkt durchgeführt werden (Bild 5).

Bei Potentialausgleichsverbindungen für hochfrequente Anlagen sollen die Metallstreifen und Bänder in dem Länge-Breite-Verhältnis $\leq 5:1$ benutzt werden. In der Praxis findet man sehr oft zu lange vorgefertigte Kabel mit nicht ausreichenden Querschnitten. In diesem Fall müssen sich

die ausführenden Firmen an den Bändern orientieren.

Doppelböden in den Potentialausgleich einbeziehen

In EDV-Räumen oder ähnlichen Räumen hat der Doppelboden nicht nur die Aufgabe, installierte Kabel zu »verstecken« oder klimatisierte Luft in dem gesamten Raum zu verteilen. Er hat zusätzlich die Aufgabe einer Schirmwirkung sowie der Vermeidung statischer Entladungen von Personen. Die unteren Seiten der Doppelbodenplatten sind leitfähig und über eine leitfähige Zwischenlage besteht Verbindung zu den leitenden Teilen der Unterbodenkonstruktion. Die ideale Lösung wäre, jeden der Ständer

mit dem Potentialausgleich zu verbinden. DIN EN 50174-2 (VDE 0800 Teil 174-2): 2001-9, Abschnitt 6.7.3.5 schreibt jedoch vor, dass jeder zweite oder sogar nur jeder dritte Ständer mit dem Potentialausgleich zu verbinden ist. In der Praxis wird häufig nicht einmal diese Forderung erfüllt – d. h. es wird nur ein oder gar kein Ständer angeschlossen.

Eine Platte zur Unterdrückung von Transienten ist eine sehr gute Lösung, weil sich durch die Verbindungen aller Überspannungsableiter, Filter, Kabelschirme, Potenzialausgleich, Schutzleiter, Doppelboden und weiteren Einrichtungen die Störströme verringern. Die Metallplatte schirmt auch sehr gut gegen die eigene Umgebung. Die Installationsfirmen dürfen dabei aber z. B. die ausreichenden Querschnitte der Anschlusschrauben, saubere Kontaktflächen oder Scheiben gegen Selbstlockerung nicht vergessen.

Zusätzliche EMV-Maßnahmen

Die Überspannungsschutzgeräte sind vor den Filtern installiert. Die Norm [4] fordert, dass gefilterte Adern niemals mit ungefilterte Adern zusammentreffen sollten, um Kopplungseffekte zu vermeiden. Weiterhin werden dort die Installationsarten festgelegt, die sehr oft wichtiger sind als die Filterart.

Bauteile für die elektrische Trennung sind bereits seit 1985 vorgeschrieben. Hier handelt es sich um Trenntransformatoren, Optokoppler und Lichtwellenleiter. Diese Bauteile müssen zur Vermeidung möglicher Schleifen oder erdungssymmetrischer Signale unterbrechbar sein.

Auch die alternative Lösung der Benutzung von Geräten der Schutzklasse II ist weiterhin realisierbar. Dabei darf nicht vergessen werden, dass die elektrische Trennung keinen Überspannungsschutz bedeutet. Installierte Optokoppler weisen häufig nur kleine Spannungsfestigkeit auf und können in der Gewitterzeit zerstört werden. Auch bei elektrischer Trennung müssen daher Überspannungsschutzgeräte installiert werden.

Zum Schutz gegen Blitzschlag führt die Norm [4] aus, dass entsprechend der Norm ENV 61024-1 (DIN VDE 0185 Teil 100) das

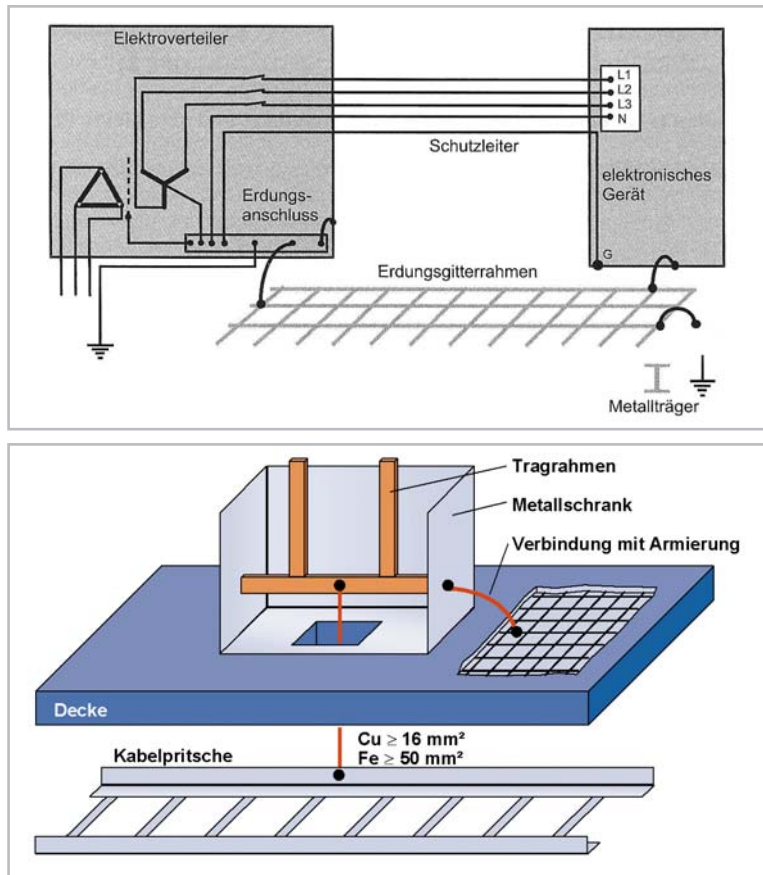


Bild 5: Vermaschte Potentialausgleichsanlage

Schutzniveau (Blitzschutzklasse) ausgewählt und erzielt werden sollte.

Fazit

Die neu erschienenen Normen erhöhen den Anspruch an die Elektroinstallationsfirmen. Wenn diese auf dem Gebiet der Telekommunikation arbeiten, müssen sie auch die beschriebenen Normen kennen und die Installationen streng danach ausrichten.

Aus den neuen Normen lassen sich drei wichtige Erkenntnisse ableiten:

- Das TN-S-System ist zu bevorzugen, bei anderen Systemen müssen zusätzliche Maßnahmen getroffen werden.
- Es ist ausschließlich der maschenförmige (nicht mehr der sternförmige) Potentialausgleich auszuführen. Zusätzlich ist er dreidimensional zu realisieren.
- Nur eine mindestens beidseitige Erdung der Kabelschirme und die durchgehende Verbindung bei vollkommener 360°-Umschließung bringt eine wirksame Schirmung.

In Heft 15-16/2002 wird der Autor über Praxiserfahrungen berichten und weiter Vorschläge für EMV-gerechte Installationen liefern.

Literatur

- [1] DIN VDE 0800-1 (VDE 0800 Teil 1): 1989-05 Fernmeldetechnik; Allgemeine Begriffe, Anforderungen und Prüfungen für die Sicherheit der Anlagen und Geräte
- [2] DIN VDE V 0800-2-548 (VDE V 0800 Teil 2-548): 1999-10 Elektrische Anlagen von Gebäuden; Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel, Hauptabschnitt 548: Erdung und Potentialausgleich für Anlagen der Informationstechnik (IEC 60364-5-548:1996)
- [3] DIN EN 50310 (VDE 0800 Teil 2-310): 2001-09 Anwendung von Maßnahmen für Potentialausgleich und Erdung in Gebäuden mit Einrichtungen der Informationstechnik
- [4] DIN EN VDE 0174-2 (VDE 0800 Teil 174-2): 2001-09 Installation von Kommunikationsverkabelung
- [5] DIN VDE 0800-2 (VDE 0800 Teil 2): 1985-07 Fernmeldetechnik; Erdung und Potentialausgleich.

□