

## Praxis-Tipps zur EMV-gerechten Schaltschrank-Installation

# Erdung und Potenzialausgleich

In der Steuerungstechnik von Maschinen und Anlagen wie auch in Daten- und Telekommunikationsanwendungen sind Themen wie die EMV-gerechte Installation sowie Erdung und Potenzialausgleich von Bedeutung. Die Hersteller und Errichter elektrischer Geräte und Systeme benötigen konkrete Hilfen, um Erdung und Potenzialausgleich nach unterschiedlichen Normenforderungen zu bewerten und kostengünstig optimale EMV-Eigenschaften ihrer Produkte zu erzielen. *elektronik industrie* erläutert das Problem und gibt einfache Hilfestellungen.

Die in EMV-Normen von Geräten und Systemen enthaltenen Grenzwerte können für Maschinen und Anlagen, aus Kostengründen (bei Einzelanfertigungen) oder auf Grund der Größe selten durch Messungen bestätigt werden. Die Steuerungstechnik wird daher überwiegend nach dem Ansatz der Konformitätsvermutung bewertet. Dabei wird aus der Konformitätserklärung der Komponenten, der Einhaltung der herstellerspezifischen Aufbauanleitungen und der Beachtung des „Standes der Technik“ auf das Erreichen der Schutzziele des EMV-Gesetzes geschlossen.

Immer wieder fragen Schaltschrank-Anwender beim Hersteller des Schaltschranks an, wie sie eine EMV-gerechte Installation bzw. Verkabelung durchführen können und wie sie konkrete Normen einhalten können. Leider lässt sich meist keine zufrieden stellende Antwort geben.

Die Maßnahmen zum EMV-gerechten Einsatz des Schaltschranks sind vielfältig und reichen von Schirmung über Filterung/Überspannungsschutz bis zum Potenzialausgleich. Dieser zielt auf eine Verringerung der Kopplung, so dass Störspannungen oder Störströme minimiert werden, die kapazitiv oder induktiv Störspannungen oder -ströme in anderen Stromkreisen erzeugen. In der Praxis lässt sich der Potenzialausgleich oft mit recht einfachen Mitteln realisieren.

### EMV und Personenschutz

Der Potenzialausgleich unter EMV-Gesichtspunkten und die „Erdung“ als Schutz der Bediener vor berührungsgefährlichen

#### AUTOR

Dipl.-Ing. (Univ.) Hartmut Lohrey arbeitet im Marketing Technical Support als Fachreferent Schaltschranktechnik bei Rittal.

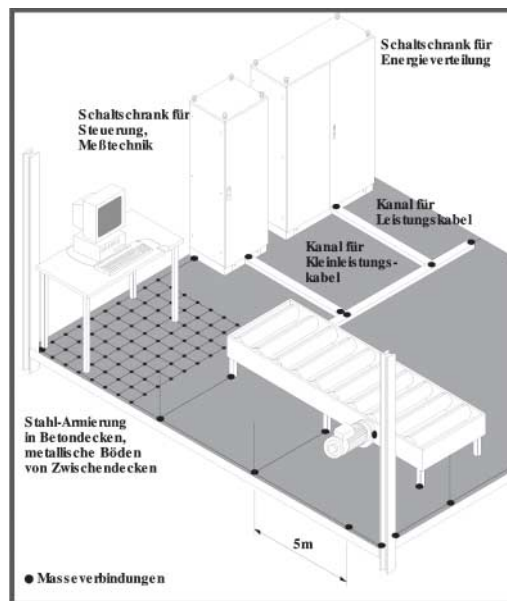


Bild 1: Vermaschter Potenzialausgleich.

Spannungen stehen in engem Zusammenhang, häufig aber auch mit entgegengesetzten Anforderungen im Konflikt zueinander. Dem Personenschutz muss dabei natürlich der erste Rang gegeben werden und unter Umständen müssen alternative EMV-Maßnahmen gefunden werden. Großen Einfluss auf die Maßnahmen zum Potenzialausgleich hat die Netzform der Niederspannungsverteilung, die auch die elektrische Schutzmaßnahme für die Systeme bestimmt. Der entsprechende Zusammenhang ist aus der **Tabelle 1** ersichtlich.

Ausgleichsströme unterschiedlichen Ursprungs werden von den Maßnahmen zur Erdung und zum Potenzialausgleich

beeinflusst. Hierbei handelt es sich zum Beispiel um vagabundierende Ausgleichs- und Neutralleiterströme, Ströme aus Blitzenentladungen in Fangeinrichtungen sowie aus Erd- und Kurzschlussvorgängen im Versorgungsnetz, aber auch um Ströme aus Kopplungen zwischen energietechnischen Leitungen.

Für den Schaltschrank sind besonders Ströme aus galvanischer und/oder induktiver Kopplung von Bedeutung, die Ströme in Leiterbahnen treiben. Aber auch hochfrequente elektromagnetische Felder können in leitenden mechanischen Maschinen- und Anlagenteilen, insbesondere in ungeschirmten Leitungen, deren

Abmessungen im Bereich der auftretenden Wellenlängen liegen und damit als Antennen wirken ( $\sim l = \lambda/2, \lambda/4; \lambda = \text{Wellenlänge der höchsten auftretenden Frequenz, z. B. } f = 100 \text{ MHz: } \rightarrow \lambda = 3 \text{ m}$ ), Ströme hervorrufen. Durch solche Ausgleichsströme

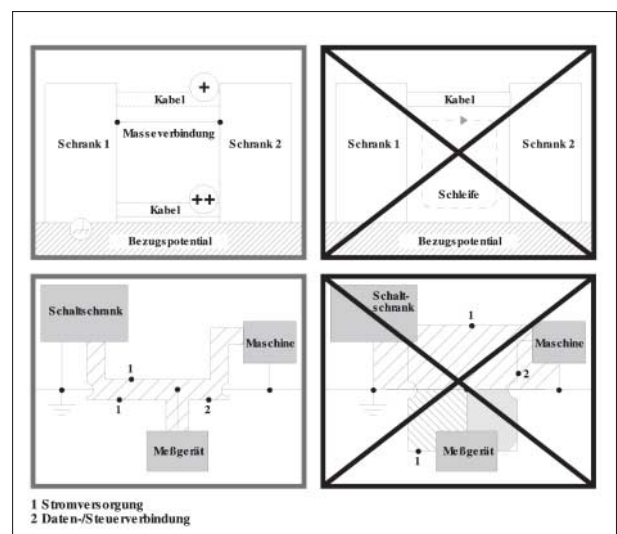


Bild 2: Vermeidung von Kopplungsschleifen.

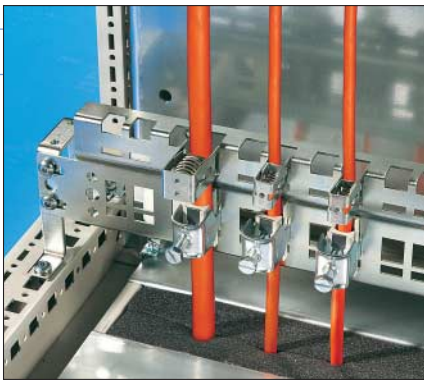


Bild 3 : Kombinierte Kabelabfang- und Potenzialausgleichsschiene.

kann es in Baugruppen zu Fehlfunktionen oder schlimmstenfalls zu Beschädigungen kommen.

### Erdung und Potenzialausgleich

Generell empfehlen sich aus EMV-Gründen heute maschenförmige Potenzialausgleichs-Strukturen.

Mit dem Gehäusekörper oder Rahmengerüst aus Metall sowie der Montageplatte bestehen ideale Voraussetzungen für eine enge Vermaschung, bei der alle Bauteile/-gruppen mit den jeweiligen Gehäuseteilen leitend verbunden werden können. Die Schutzleiter-Verbindungen zu diesen be-

rührbaren Gehäuseflächen sind auch für den EMV-gerechten Potenzialausgleich völlig ausreichend, wenn kurze Längen und große Querschnitte verwendet werden. Die leitenden Verbindungen aller mechanischen Ausbauteile sowie aller abnehmbaren oder zu öffnenden Teile des Schrankes und des Schrankkörpers mit der Montageplatte sorgen für den optimalen maschenförmigen Potenzialausgleich. Die Frage nach Anzahl und Position der Potenzialausgleichs-Verbindungen und damit nach der Maschengröße ist von der Funktion der Baugruppen im System, der Größe der Teile und den Kosten (insbesondere für die Montage) abhängig und für den Einzelfall zu prüfen. Wenn Hochfrequenz-Energie im System verarbeitet wird und dadurch Ausgleichströme mit Wellenlängen im Bereich der Systemabmessungen hervorgerufen werden, die damit von leitenden mechanischen Strukturen abgestrahlt werden können, ist die Vermaschung in Abständen von  $\lambda/10$  die beste Empfeh-

### KOMPAKT

Durch die Befolgung einiger weniger Installations-Grundregeln zum EMV-gerechten Schaltschrankbau lassen in mehr als 90 % aller industriellen Schaltschrank-Anwendungen die Risiken unerwünschter Beeinflussungen ausreichend verringern.

lung. Wenn alle Bauteile/-gruppen auf der Montageplatte befestigt und zum Potenzialausgleich gebracht werden, ist diese Empfehlung optimal umgesetzt.

Die immer noch anzutreffenden sternförmigen Schutzleitersysteme, bei denen Gehäuse- und Schaltungsbaugruppen mit der Schutzleiter (Erdungs-) Schiene über teilweise bis zu 2 m lange grün/gelbe Erdungsbänder (Rundleiter von 6 mm<sup>2</sup> bis 16 mm<sup>2</sup>) verbunden sind, stellen sowohl sende- wie auch empfangsseitig für Frequenzen abzirka 50 MHz gute Antennen im Schrank dar ( $\lambda/2$ ,  $\lambda/4$ ).

### Lösungsmöglichkeiten

Auch die Erdungsbänder selbst, die als flache Geflechtbänder mit einem Länge- ►

Netzformen	Personenschutzmaßnahmen	EMV-Eigenschaften
<b>TN-C</b> Schutzleiter und Neutralleiter im PEN gemeinsam verlegt	Abschaltung durch Überstrom-Schutzeinrichtungen (immer erforderlich) oder FI-Schutzeinrichtungen	Stark EM-unverträglich, N-Ströme können sich ausbreiten, große Potentialdifferenzen zwischen Betriebsmitteln möglich
<b>TN-C-S</b> Schutzleiter und Neutralleiter im PEN gemeinsam verlegt, getrennte Verlegung in Teilbereichen möglich	Abschaltung durch Überstrom-Schutzeinrichtungen (immer erforderlich) oder FI-Schutzeinrichtungen	EM-unverträglich, N-Ströme teilweise im Potentialausgleich eingekoppelt, Potentialdifferenzen zwischen Betriebsmitteln möglich
<b>TN-S</b> Schutzleiter und Neutralleiter im System verbunden (Hauptverteilung), jedoch getrennt verlegt	Abschaltung durch Überstrom-Schutzeinrichtungen oder FI-Schutzeinrichtungen	<b>Sehr gute EMV-Eigenschaften, empfohlene Lösung</b>
<b>TT</b>	Überstrom-Schutzeinrichtungen erforderlich, aber zur Abschaltung meist nicht ausreichend, FI-Schutzeinrichtungen nötig	EMV-gerecht, aber negativ bei Datenübertragung zwischen Gebäuden
<b>IT</b>	Isolationsüberwachung, Überstrom-Schutzeinrichtungen erforderlich	EMV-gerecht ohne Probleme

Tabelle 1: Die EMV-Eigenschaften hängen entschieden von den Netzformen ab.

zu-Breite-Verhältnis  $L/B < 3$  optimal ausgeführt werden sollten, müssen so unter Kostengesichtspunkten betrachtet werden. Die Induktivität und damit der Wechselstromwiderstand von Rechteckleitern ist theoretisch zirka 20 % geringer als bei Rundleitern gleichen Querschnittes, was für Ausgleichsströme mit Frequenzen oberhalb von etwa 10 MHz über diese Erdungsbänder von Bedeutung ist. Aber nur in wenigen Anwendungen werden derartige Ströme in einer Größe erzeugt werden, die benachbarte Baugruppen beeinflussen könnte, weshalb auch gelbgrüne Rund-

leiter durchaus ausreichend sein können. Wie bereits erwähnt sollte die Länge der Erdungsbänder einige cm bis wenige 10 cm nicht überschreiten; die Empfehlung für den Querschnitt ist für reinen EMV-Potentialausgleich mit einer möglichst großen Oberfläche zu kombinieren. Im Schaltschrank werden in der Praxis meist Geflecht-Erdungsbänder zwischen 10 mm<sup>2</sup> und 25 mm<sup>2</sup> eingesetzt.

#### Mehr Tipps für die Praxis

Entwickler sollten einen eng vermaschten Potentialausgleich zwischen allen leitfähigen

Gehäuseteilen, Geräte- und Baugruppengehäusen bzw. Bauteilen im Schaltschrank anstreben. Die Funktion einer Potentialausgleichs-Sammelschiene kann dabei von der metallisch-blanken Montageplatte übernommen werden. Erdungsbänder und Potential-Ausgleichsleiter sollten so kurz und querschnitts-/oberflächengroß wie möglich sein, während die Kontaktstellen großflächig und gegen Korrosion geschützt sein sollten, wobei der Korrosionsschutz im Schaltschrank meist durch galvanische Verzinkung erfolgt.

Es empfiehlt sich, Signal- und Energiekabel im Schaltschrank in Klassen einzuteilen und separat mit wenig parallelen Strecken auf der Oberfläche der Montageplatte zu führen. Kabelschirme sollten sowohl an der Anschlussstelle der Gerätebaugruppe als auch an der Ein-/Austrittsstelle des Schaltschranks mit möglichst großem Umschlingungswinkel zum Potentialausgleich gebracht werden. (av)

**KONTAKT**

**Rittal**  
www.rittal.de
Kennziffer 313