

Wenn die Kabeltrasse zum EMV-Schutzschild wird (Teil 1)

ELEKTROMAGNETISCHE VERTRÄGLICHKEIT IST LÄNGST NICHT MEHR NUR EIN THEMA FÜR ENTWICKLER VON ELEKTRONIK. AUCH BEI DER PLANUNG UND AUSFÜHRUNG VON ELEKTROINSTALLATIONEN ENTSCHEIDET DIE LEITUNGSFÜHRUNG DARÜBER, WIE GUT EINE ANLAGE GEGEN ELEKTROMAGNETISCHE STÖRUNGEN GESCHÜTZT IST. METALLENE KABELTRAGSYSTEME KÖNNEN DABEI EINE WICHTIGE FUNKTION ÜBERNEHMEN. EIN ZWEITEILIGER FACHBEITRAG IN KOOPERATION MIT OBO BETTERMANN.

Frequenzumrichter, Wechselrichter, Schaltnetzteile, Motoren und moderne Automatisierungstechnik haben eines gemeinsam: Sie arbeiten mit schnellen Schaltvorgängen und können dadurch elektromagnetische Störungen verursachen. Gleichzeitig steigt die Zahl empfindlicher elektronischer Systeme in Gebäuden und Industrieanlagen. Kommunikationssysteme, Sensorik, Steuerungen und Bussysteme reagieren mitunter empfindlich auf Störgrößen, die für den Menschen unsichtbar bleiben.

Damit stellt sich bei der Installation eine durchaus praktische Frage: Wie verhindert man, dass sich elektromagnetische Störungen über Kabel und Leitungen in der Anlage ausbreiten? Eine Antwort darauf kann die Kabeltrasse liefern.

Zwei Felder, zwei Herausforderungen

Elektromagnetische Störungen bestehen vereinfacht aus elektrischen und magnetischen Feldanteilen. Für die Abschirmung ist dieser Unterschied entscheidend.

Elektrische Felder lassen sich vergleichsweise gut durch leitfähige Materialien abschirmen. Bei magnetischen Feldern ist die Situation komplizierter. Hier spielt unter anderem die Geometrie der Abschirmung eine wesentliche Rolle.

Ein sich veränderndes Magnetfeld erzeugt in einem leitfähigen Material Wirbelströme. Diese wirken dem ursprünglichen Magnetfeld entgegen und reduzieren dessen Wirkung innerhalb der Abschirmung. Je geschlossener die leitfähige Struktur, desto besser können sich diese Ströme ausbilden.

Für eine hohe magnetische Schirmwirkung ist deshalb eine möglichst geschlossene metallische Struktur von Vorteil. Und genau hier wird die Konstruktion des Kabeltragsystems relevant.

Nicht jede Kabelrinne schirmt gleich

Ein Kabeltragsystem ist zunächst einmal dafür zuständig, Leitungen sicher zu tragen und zu führen. Wird es zusätzlich als Bestandteil eines EMV-Konzepts eingesetzt, kommen weitere Anforderungen hinzu.

Eine geschlossene metallische Kabelrinne mit Abdeckung bildet eine Art leitfähigen Kanal. Öffnungen, Schlitze und Perforationen unterbrechen diese Struktur und können die Schirmwirkung reduzieren.

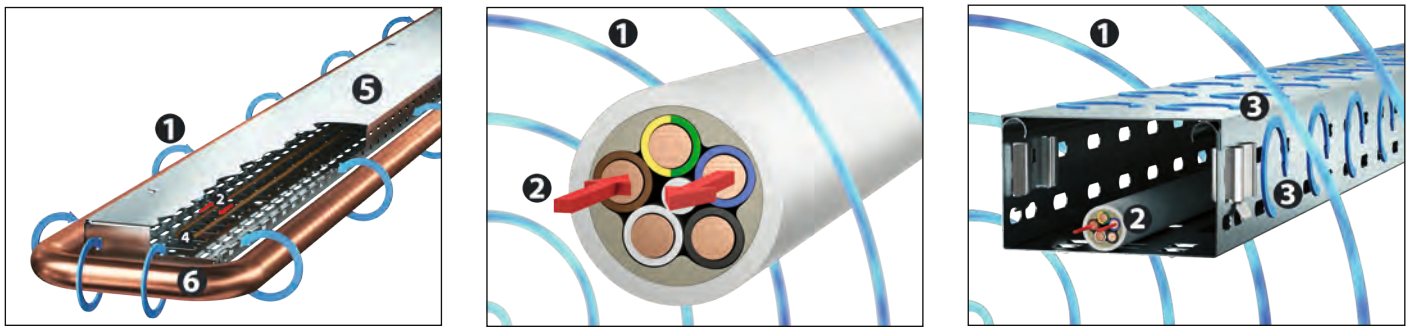
Messungen zeigen diesen Zusammenhang deutlich. Nach den von OBO Bettermann veröffentlichten Werten erreicht ein geschlossenes, nicht perforiertes Kabeltragsystem mit Abdeckung eine magnetische Schirmdämpfung von 40 dB. Bei 15 Prozent Perforation werden 30 dB erreicht, bei 28 Prozent Perforation 25 dB. Ohne Abdeckung sinken die Werte weiter. Eine Gitterrinne erreicht unter den angegebenen Prüfbedingungen 14 dB, eine Kabelleiter 18 dB.

Tabelle 1

Kabeltragsystem	Mit Abdeckung	Ohne Abdeckung
geschlossen, nicht perforiert	40 dB	25 dB
15 % Perforation	30 dB	20 dB
28 % Perforation	25 dB	15 dB
Kabelleiter	18 dB	11 dB
Gitterrinne	14 dB	7 dB

Die Zahlen machen deutlich: Die Konstruktion des Systems ist für die Schirmwirkung entscheidend.

Dabei darf allerdings nicht der Fehler gemacht werden, eine Gitterrinne grundsätzlich als „schlecht“ oder ungeeignet zu betrachten. Die erforderliche Schirm-



Die Grafiken zeigt das Störfeld (1), den induzierten Störstrom (2) und Wirbelströme (3).
Das magnetische Störfeld erzeugt in der Leiterschleife einen Störstrom (Induktionsgesetz). Die Grundanordnung des Prüfaufbaus ist in der Grafik dargestellt. 1. Störfeld, 2. induzierter Störstrom, 3. Wirbelströme, 4. Leiterschleife, 5. Kabeltragsystem, 6. U-förmige Antenne

dämpfung hängt immer von der jeweiligen Anwendung ab. In vielen Installationen ist eine offene Trasse vollkommen ausreichend. Bei besonders störbehafteten Umgebungen oder empfindlicher Elektronik können hingegen höhere Anforderungen bestehen.

Was bedeutet Schirmdämpfung in dB?

Die Schirmwirkung wird als Shielding Effectiveness (SE) in Dezibel angegeben. Vereinfacht wird dabei das Verhältnis des Störsignals ohne Abschirmung zum Störsignal mit Abschirmung betrachtet. Die logarithmische Darstellung führt dazu, dass vergleichsweise kleine Änderungen in dB große Auswirkungen haben können: 20 dB entsprechen einer Reduktion des Störstroms um etwa 90 Prozent, 30 dB rund 97 Prozent und 40 dB rund 99 Prozent.

Die Angabe ist allerdings immer im Zusammenhang mit den Prüfbedingungen zu sehen. Ein Wert von 40 dB bedeutet nicht, dass in jeder realen Installation automatisch 99 Prozent aller elektromagnetischen Störungen verschwinden. Frequenz, Störquelle, Leitungsführung, Länge der Trasse und die Ausführung der Verbindungen beeinflussen das tatsächliche Ergebnis.

Der Schwachpunkt sitzt oft an der Verbindung

Bei der Planung einer EMV-gerechten Kabeltrasse sollte deshalb nicht nur auf die Rinne selbst geschaut werden. Entscheidend ist das Gesamtsystem. Denn die beste Abschirmwirkung einer Kabelrinne bringt wenig, wenn die einzelnen Segmente elektrisch nicht zuverlässig miteinander verbunden sind.

Verbindungsstellen, Übergänge, Abzweige und Deckel müssen so ausgeführt sein, dass die elektrische Durchgängigkeit des Systems erhalten bleibt. Auch Beschichtungen, Kontaktflächen und mechanische Verbindungen können dabei eine Rolle spielen.

Das ist insbesondere bei höheren Frequenzen relevant. Eine Verbindung, die bei einer Gleichstrommessung einen sehr guten Eindruck macht, muss nicht automatisch auch unter hochfrequenten Störbedingungen dieselbe Qualität besitzen. Mechanisch verbunden bedeutet daher nicht zwangsläufig EMV-gerecht verbunden. ■

Teil 2 folgt im nächsten Heft!

EMV-SCHIRMDÄMPFUNG IN DER PRAXIS

Worauf es bei der Planung und Montage ankommt

1. Störquellen identifizieren: Frequenzumrichter, Wechselrichter, Motoren, Schaltnetzteile und Schalthandlungen können elektromagnetische Störungen verursachen. Je stärker die Störquelle, desto wichtiger wird eine durchdachte Leitungsführung.

2. Abstand schafft Sicherheit: Leistungs- und empfindliche Signal- bzw. Datenleitungen möglichst getrennt führen. Lange parallele Leitungswege erhöhen die Gefahr einer elektromagnetischen Kopplung.

3. Die passende Trasse wählen: Je geschlossener ein metallisches Kabeltragsystem ausgeführt ist, desto höher kann seine Schirmwirkung ausfallen. Eine Abdeckung verbessert insbesondere die Voraussetzungen für die magnetische Schirmdämpfung. Für normale Anwendungen kann eine offene oder perforierte Trasse dennoch vollkommen ausreichend sein.

4. Perforation berücksichtigen: Öffnungen unterbrechen die leitfähige Struktur. Nach den veröffentlichten OBO-Messwerten erreicht ein geschlossenes System mit Abdeckung 40 dB Schirmdämpfung. Bei 15 Prozent Perforation sind es 30 dB, bei 28 Prozent 25 dB.

5. Verbindungen nicht unterschätzen: Die einzelnen Trassenelemente müssen elektrisch zuverlässig miteinander verbunden sein. Mechanisch stabile Verbindungen sind nicht automatisch auch EMV-gerecht.

6. Potentialausgleich einplanen: Das metallische Kabeltragsystem muss als Bestandteil des EMV-Konzepts betrachtet und entsprechend in den Potentialausgleich eingebunden werden.

7. Kabelschirm und Trasse zusammendenken: Ein geschirmtes Kabel und eine metallische Kabeltrasse erfüllen unterschiedliche Funktionen und können sich ergänzen. Entscheidend ist eine fachgerechte Verbindung und Führung.

8. Nicht immer ist maximale Schirmdämpfung nötig: 40 dB sind nicht automatisch besser als 20 dB, wenn die Anwendung keine höhere Schirmwirkung erfordert. Maßgeblich sind Störquelle, Frequenzbereich, Empfindlichkeit der Geräte und die konkrete Anlagenkonfiguration.