

# Installation von Datennetzen auf dem EMV-Prüfstand

**Vor dem Hintergrund immer schnellerer und empfindlicherer Elektronik sowie zunehmender elektromagnetischer Störquellen gewinnt die passive IT-Infrastruktur an Bedeutung. Sie muss die physikalische Netzwerksicherheit gewährleisten, um Datenverluste und Ausfallkosten zu vermeiden.**

## Mehr Funktionssicherheit für IT-Netze

Physikalische Netzwerksicherheit bedeutet zum einen Störsicherheit gegenüber äußeren EMV-Einflüssen, wie sie beispielsweise Blitzeinschläge, Überspannungsimpulse oder Handys auslösen können. Zum anderen umfasst sie aber auch die Funktionsfähigkeit der Übertragungsstrecke. Maßgeblichen Einfluss hat hier die Energie- und Datenversorgungsstruktur. Vor allem die Verlegung der Datenleitungen spielt unter diesem Aspekt eine wichtige Rolle, denn das Verlegesystem beeinflusst entscheidend die Funktionssicherheit von IT-Netzen. Häufig dienen Brüstungskanäle als gemeinsame Versorgungswege für Energie- und Datenleitungen. Das parallele Verlegen von Energie- und Datenleitungen in unmittelbarer Nähe zueinander ist in herkömmlichen Kanalsystemen aber oft pro-

blematisch, denn es besteht eine erhöhte Gefahr der Einkopplung von Energie-Impulsen in das IT-Netz. Als mögliche Folgen drohen Fehler bei der Datenübertragung oder gar ein Totalausfall. Aus diesen Gründen schreibt die Norm EN 50174-2 (Informationstechnik-Installation von Kommunikationsverkabelung, Teil 2: Installationsplanung und Installationspraktiken in Gebäuden) einen Mindestabstand zwischen Energie- und Datenstrang von 50 mm vor. Der Elektrotechniker hatte bisher zwei Möglichkeiten, diesen Abstand einzuhalten, entweder mit zwei übereinander montierten Brüstungskanälen oder mit einem zweizügigen System. Abgesehen vom Platzbedarf war dies an senkrechten Einspeisepunkten mit einem weiteren Problem verbunden – der Übergang von einem Bereich in den anderen war nicht möglich. Das Brüstungskanalsystem BR netway von Tehalit bietet hier eine Lösung, denn durch sein 3-Kammersystem ist ein gleich bleibender Mindestabstand von 70 mm zwischen Energie- und Datenleitung sichergestellt. Neben der verbesserten EMV ermöglicht das System damit sowohl die Übertragung hoher Datenraten als auch Flexibilität bei der Installation. Die Dreiteilung des Kanalprofils in zwei Bereiche für Leitungsführung und einen Bereich für den Geräte-Einbau bietet zwei wichtige Vorteile: Zum einen ist das Einlegen weiterer Leitungen bei laufendem Betrieb

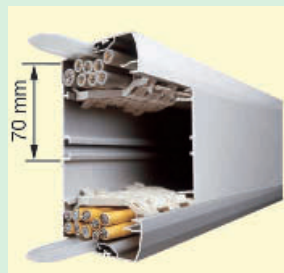
problemlos möglich; zum anderen ist bei Nachinstallationen für zusätzliche Datengeräte ausreichend Platz vorhanden. Verschiebbare Systemträger ermöglichen den Einbau passiver Komponenten wie RJ45- oder Lichtwellenleiter-Anschlussdosen an beliebigen Stellen – unter Beibehaltung der vorschriftsmäßigen Biegeradien.

## Geprüfte Sicherheit

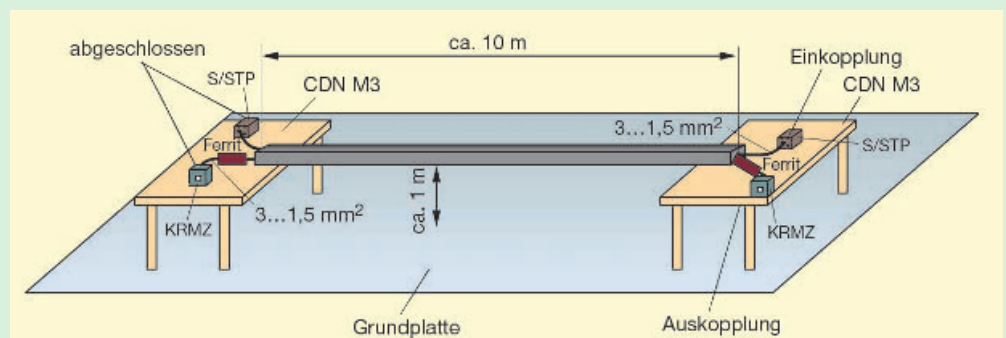
Die Norm EN 50174-2 fordert eine räumliche Systemtrennung ungeschirmter Energienetzkabel von geschirmten informationstechnischen Kabeln, wenn kein oder ein nichtmetallischer Trennsteg vorhanden ist. Die Auswirkungen des Abstands hat die Gesellschaft für Hochfrequenz-Messtechnik (GHMT), Bexbach, in einer Messreihe untersucht. Gegenstand der Untersuchung war die Analyse der elektromagnetischen Wirkungen bei definierten Abständen zwischen Energie- und Datenleitung im 3-Kammersystem (Bild 1) sowie das Verhalten des Kanalmaterials auf die interne Kopplungswirkung.

## Untersuchung im Prüflabor

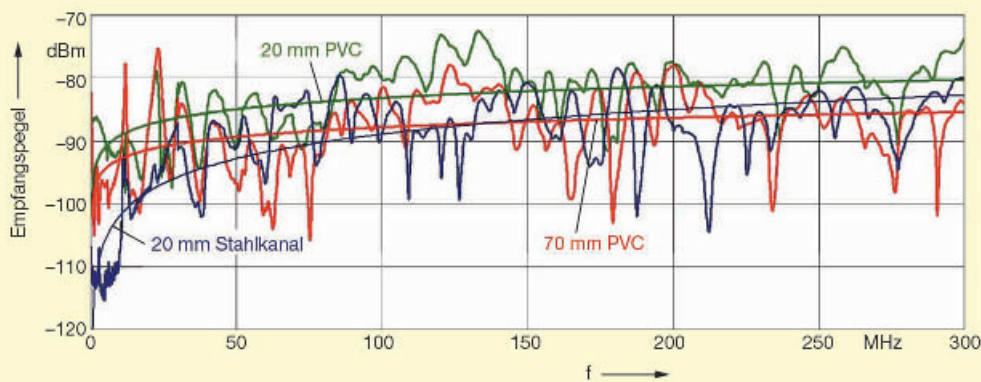
Die elektromagnetische Entkopplungswirkung wurde auf zweierlei Weise untersucht: Erstens messtechnisch in einer typischen Baustellenumgebung und einer Absorberhalle (Bild 2) sowie zweitens durch Berechnungen und Simulationen. Zum Vergleich zogen die Messtechniker eine typische Kanalvariante heran, die keine garantierte Trennung von Energie- und Datenleitung zuließ. Der mittlere Abstand zwischen Daten- und Energieleitung betrug hier 20 mm. Bei den Messungen wurden die Energieleitungen am Einkoppelpunkt gemäß der Normenreihe EN 61000-4-6 beaufschlagt. Am Auskoppelpunkt wurde die resultierende symmetrische Störspan-



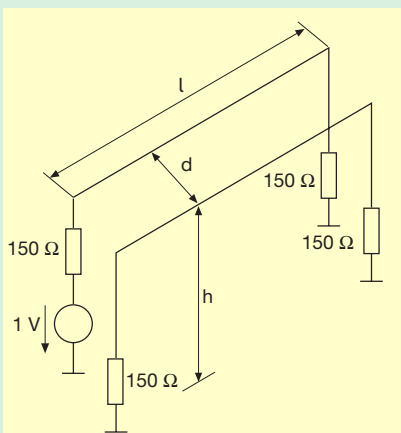
1 Energie- und Datenleitung im 3-Kammersystem



2 Messtechnischer Aufbau



3 Beispielhaftes Ergebnis am nahen Ende des Datenkabels



4 Modell für die Simulation

nung auf dem Datenkabel gemessen. Im Energiebereich des Kanals kam ein Energiekabel NYM 3 x 1,52 mm<sup>2</sup> zum Einsatz, im Datenbereich ein Datenkabel STP. Die Energieverkabelung wurde am Einkoppelpunkt über ein CDN M3 asymmetrisch im Frequenzbereich von 150 kHz bis 300 MHz beaufschlagt. Am Auskoppelpunkt auf den Datenkabeln wurde die resultierende Störspannung

mit einer Kabelreferenzmesszange (KRMZ) symmetrisch gemessen. Die Fixierung der Kabel erfolgte möglichst geradlinig mit Klebeband im Kanal. Um bei den verschiedenen Aufbauten unterschiedliche Verdrehungen der Kabel zu vermeiden, markierten die Messtechniker diese an der Oberseite und richteten sie bei jeder Versuchsanordnung entsprechend aus. Das Energiekabel war über die CDN asymmetrisch mit

150 Ω gegen Massebezug abgeschlossen. Die Datenkabel waren an Kanalbeginn und -ende mit einer Ferritstromzange EM 101 asymmetrisch abgeschlossen.

Folgende Kanalvarianten wurden untersucht:

- BR netway (PVC), 70 mm Abstand zwischen Daten- und Energieleitungen;
- Brüstungskanal (PVC) mit PVC-Trennwand, 20 mm Abstand zwischen Daten- und Energieleitungen;
- BR netway (PVC) und Stahlblech-Trennwand mit und ohne Einbindung in das Erdungskonzept, 70 mm Abstand zwischen Daten- und Energieleitungen;
- Brüstungskanal (PVC) und Stahlblech-Trennwand mit und ohne Einbindung in das Erdungskonzept, 20 mm Abstand zwischen Daten- und Energieleitungen;
- Brüstungskanal (Stahlblech) und Stahlblech-Trennwand mit und ohne Einbindung in das Erdungskonzept, 20 mm Abstand zwischen Daten- und Energieleitungen.

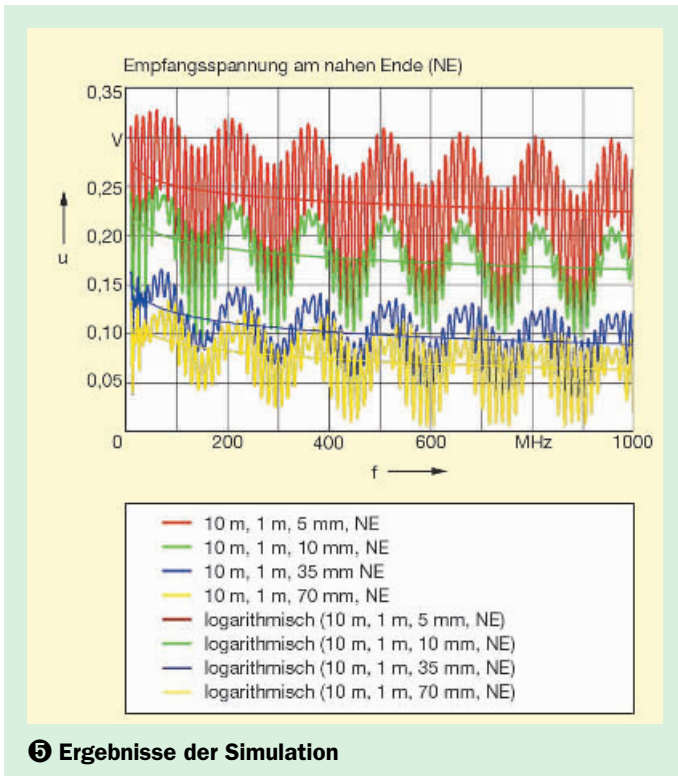
Der absolute messtechnische Ver-

gleich der verschiedenen Aufbauten erwies sich als schwierig, denn es traten unterschiedliche Koppelmechanismen und Resonanzerscheinungen auf (Leitung-Leitung, Leitung-Erde, Leitungslänge, Höhe über Grund etc.), die von Anordnung zu Anordnung teilweise schwankten. Ebenfalls problematisch war die Untersuchung des Einflusses der Kanal- und Trennungsmaterialien. Hierbei verursachten die Metallteile zusätzliche Feldverzerrungen gegenüber den PVC-Varianten.

All diese Effekte führten zu Resonanzen, die bei der Gegenüberstellung der Ergebnisse die Auswertung erschwerten. Deshalb legten die Messtechniker logarithmisch approximierte Trendlinien über die tatsächlichen Messergebnisse und verglichen diese miteinander. In Bild 3 ist ein beispielhaftes Ergebnis am nahen Ende des Datenkabels dargestellt. Das Problem der Resonanzerscheinungen wird hier sichtbar. Ebenso aber auch der tendenzielle Vorteil von BR netway (rot, 70 mm, PVC) gegenüber der herkömmlichen Variante (grün, 20 mm, PVC) hinsichtlich der internen Entkopplung. Der Stahlblechkanal (blau, 20 mm) zeigte die besten Ergebnisse – allerdings nur unter bestimmten Bedingungen: Hochfrequenztaugliche durchgehende Verbindungen der Trennsteg (hier mit EMV-Kupferklebeband realisiert) mussten ebenso vorliegen wie hochfrequenztaugliche beidseitige Einbindungen des Kanals und des Trennstegs in das Erdungskonzept (hier mit Kupferband mit der Grundplatte verbunden).

### Simulation bestätigt Mess-Ergebnisse

Um die Mess-Ergebnisse zu bestätigen und theoretisch zu untermauern, simulierten die Messtechniker



5 Ergebnisse der Simulation

das Modell nach Bild 4 von 10 kHz bis 1 GHz. Dabei bedienten sie sich des Simulationstools Concept II, das auf der Momenten-Methode beruht und die Integralformen der Maxwell'schen Gleichungen numerisch löst.

Dabei zeigten sich deutliche Resonanzerscheinungen. Diese sind zum einen zurückzuführen auf die Leitungslänge von 10 m (15-MHz-Welligkeit) und zum anderen auf die Höhe der Leitungen über der leitfähigen Grundplatte (150-MHz-Welligkeit). Deutlich erkennbar in Bild 5 ist die übergekoppelte Spannung, die sich mit zunehmendem Abstand der Leitungen vermindert: Eine Reduzierung des Abstands von 70 auf 5 mm bewirkte eine Erhöhung der Spannung am nahen Ende von 0,075 V auf 0,225 V. Das entspricht einem Unterschied von etwa 10 dB.

Die Tafel in Bild 5 zeigt die Gegenüberstellung der Leitungsabstände und deren zusätzliche mittlere Entkopplung im Vergleich zu den anderen Abständen.

Fazit: Die Erhöhung des Abstands zwischen Energie- und Datenleitung bewirkt eine proportionale Verminderung des Störpegels auf dem Datenkabel. Das heißt: Im Vergleich zu einem herkömmlichen PVC-Brüstungskanal mit Kunststoff-Trennwand (20 mm Abstand) ist bei BR netway (ebenfalls PVC, aber 70 mm Abstand) ein Vorteil von rund 5 dB zu erwarten. Beim Vergleich des PVC BR netway mit

einem PVC-Brüstungskanal (Abstand 5 mm) vergrößert sich der Vorteil auf etwa 10 dB.

### Vorteile bei der internen elektromagn. Entkopplung

Die Untersuchung des Einflusses des Kanal- und Trennstegematerials ergab, dass sich die Verwendung metallischer Materialien – hier Stahlblech – positiv auf die Entkopplung auswirkt. Allerdings nur unter zwei Voraussetzungen: Zum einen muss eine hochfrequenztaugliche Einbindung des Kanals und/oder des Trennstegs in das Erdungs- und Massungskonzept des Gebäudes vorliegen; zum anderen müssen die Trennstege durchgehend hochfrequenztauglich miteinander verbunden sein. Dieser Vorteil relativierte sich jedoch bei der Untersuchung eines typischen Aufbaus mit gestückeltem Trennsteg, der bei den Einbaugeräten mit einem Litzenleiter „durchverbunden“ ist. Dann zeigte sich nur noch im Frequenzbereich unter 30 MHz ein Vorteil gegenüber dem PVC BR netway.

Wird der Stahlblechkanal ohne Trennwand montiert und ist dieser nicht in das Erdungs- und Massungskonzept eingebunden, so sind keine Vorteile beim internen EMV-Verhalten zu erwarten. Auch die Nutzung einer PVC-Trennwand brachte keine zusätzliche Entkopplung. M. Speiser, R. Kallenborn

Kurz und informativ „im Klartext“

## Betriebssicherheitsverordnung für die Elektrofachkraft

Die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) ist nach wie vor für viele betriebliche Praktiker ein „Buch mit 7 Siegeln“. Mit den diversen Erläuterungen in Fachzeitschriften und Kommentaren tut sich die Elektrofachkraft oft schwer. Deshalb wird nachfolgend dem betrieblichen Praktiker ein auf das Wesentliche beschränkter Einblick in die Problematik gegeben.

### Rechtsgrundlage

Die Betriebssicherheitsverordnung ist eine am 27.09.02 vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) erlassende Rechtsverordnung. Sie basiert auf dem Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG). Seit dem 03.10.02 ist sie in Kraft.

### Ziel der Verordnung

- Schaffen eines einheitlichen betrieblichen Anlagensicherheitsrechts. Bereits bestehende Vorschriften sollen in einer Rechtsverordnung komprimiert werden.
- Der „Stand der Technik“ wird beschrieben und damit allgemeinverbindlich gemacht.
- Ein umfassendes Schutzkonzept soll für die von Arbeitsmitteln und -geräten, Maschinen und Anlagen ausgehenden Gefährdungen gelten (vom Kugelschreiber bis zur technischen Großanlage).
- Das staatliche Arbeitsmittelrecht und die BG-Vorschriften sollen – widerspruchsfrei – abgegrenzt werden (Beseitigung von Doppelregungen, Vereinfachung des Vorschriftenwerkes).
- Stärkung der schon immer bestehenden Eigenverantwortung des Arbeitgebers (Unternehmers, Betreibers) für die Sicherheit im Unternehmen.

### Inhaltliche Aussagen

- Konkretisierung der Arbeitgeberpflichten.
- Vereinheitlichen der Betreiberpflichten mit Vorgaben für Montage, Installation sowie den (eigentlichen) Betrieb.
- Festlegung maximal zulässiger Prüffristen. Die gab es im Wesentlichen schon nach „altem Recht“.
- Konkretisierung der Vorschriften des Arbeitsschutzgesetzes durch „Technische Regeln“ (auch Regelwerke). Sie haben keinen

(zwingenden) Gesetzescharakter, enthalten aber Lösungsvorschläge, die in der Praxis erprobt sind. „Technische Regeln“ werden vom durch Rechtsverordnung neu installierten „Ausschuss für Betriebssicherheit“ erarbeitet.

- Das Hervorheben einzelner Pflichten unterstreicht ausdrücklich die Arbeitgeber-/Unternehmer-/Betreiberverantwortung und damit die Verantwortung der Führungskräfte zur Durchführung von Organisations- und Führungsmaßnahmen.
- Allgemeine Rechtsgrundsätze der Unternehmer-/Führungsverantwortung für Arbeitssicherheit nach geltendem Recht bleiben unangetastet.
- Einführung des Begriffs „befähigte Person“: Es werden sachbezogene Berufsausbildung, Berufserfahrung, zeitnahe Tätigkeit, Weiterbildung gefordert. Das gab es auch schon bisher für die Elektrofachkraft. Der neu geschaffene Oberbegriff wird wohl durch den „Ausschuss für Betriebssicherheit“ konkretisiert werden müssen.
- Forderung nach einem Explosionsschutz-Dokument für explosionsgefährdete Bereiche mit Zoneinteilung und Festlegung von Arbeitsverfahren.
- Erweiterte Regelung für überwachungsbedürftige Anlagen bei „besonderem Anlass“ zu zusätzlichen Prüfungen sowie Meldepflicht des Betreibers bei Schadensfällen.
- Freie Wahl einer zugelassenen Prüfstelle (Schaffen eines freien Prüfmarktes ab 1/2008).

### Einfluss auf die „elektrotechnischen Regeln“

- Grundlage für die elektrotechnische Sicherheit ist zurzeit noch die BG-Vorschrift BGV A2. Darauf basieren die elektrotechnischen Regeln.
- Zunächst wird sich an der heraus-