

# Der EMV-gerechte Schaltschrank

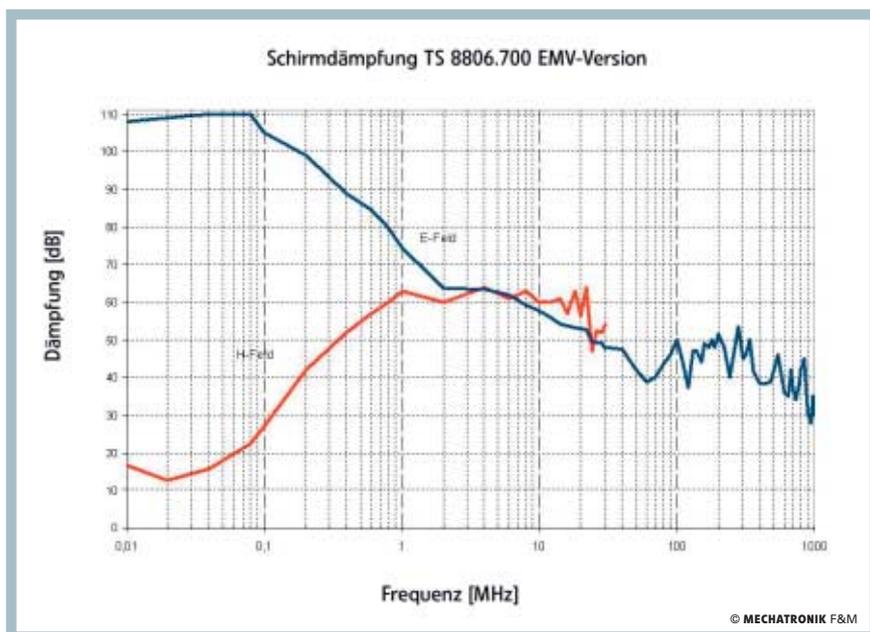
**Elektromagnetische Einflüsse in Maschinen und Anlagen.** Ist Ihr Gehäuse zu EN 55022, Klasse B, konform? Und zu EN 50081/82, IEC 801-3 und ETS 300 132? So oder ähnlich lauten die häufigsten Kundenfragen zur EMV von Gehäusen. Die Antwort ist einfach, aber gleichermaßen unbefriedigend: Es gibt keine EMV-Konformität leerer Gehäuse, weil es keine standardisierten EMV-Anforderungen an leere Gehäuse gibt. Wie viel ein Gehäuse zur EMV beitragen kann, hängt immer von der konkreten Anwendung ab.

HARTMUT LOHREY

- Der EMV-Beitrag des Gehäuses besteht in einer definierten Schirmwirkung, die
  - ungewollte Abstrahlung mindert, um Störungen der Umgebung zu vermeiden und um den unrechtmäßigen Empfang sicherheitsrelevanter Daten auszuschließen,
  - Einstrahlungen aus der Umgebung zum Schutz des eingebauten Systems reduziert,



1 Die Schirmdämpfungsmessung gibt Auskunft über die Basis-Schirmwirkung von Metallgehäusen



- interne EMV-Maßnahmen unterstützt. Das maßgebende Beurteilungskriterium des Gehäusebeitrags zur EMV ist die Schirmwirkung; damit bieten Metallgehäuse dem Anwender beste Voraussetzungen, um gute EMV-Eigenschaften – bezogen auf feldgebundene Beeinflussungen – für Steuerungen in Maschinen und

2 Schirmdämpfungsdiagramm: Die HF-Dämpfung  $a$  (in dB) gibt das Verhältnis zwischen dem Feld (blau: elektrisches, rot: magnetisches, blau ab 30 MHz: elektromagnetisches Feld) in der Umgebung und dem Feld im Gehäuseinnern im logarithmischen Maßstab an;  $a = 20 \lg E_0/E_1$  oder  $a = 20 \lg H_0/H_1$ , mit dem Index 0 für die ungeschwächten Werte und dem Index 1 für die geschirmten Werte

Anlagen sowie für Daten- und Telekommunikationseinrichtungen zu realisieren.

Jedes Metallgehäuse bietet bereits eine in einem weiten Frequenzbereich gute Basis-Schirmwirkung (dokumentiert in Dämpfungsdigrammen, **Bilder 1 und 2**) gegen elektromagnetische Felder. Diese besteht allerdings meist nur in einer Potenzialausgleichsverbinding an abnehmbaren oder zu öffnenden Teilen und genügt oft nicht den Anforderungen hoher Frequenzen.

Um die Schirmungseigenschaften von Leergehäusen zu beurteilen, können Schirmdämpfungsmessungen nach

- VG 95373, Teil 15, Messverfahren für Kopplungen und Schirmungen (Verteidigungsgerätenorm),
- EN 61000-5-7, Schutzarten durch Gehäuse gegen elektromagnetische Störgrößen (mit Klassifizierung der Messergebnisse durch EM-Code),
- IEC TS 61587-3, für Gehäuse für Elektronik-Anwendungen (mit Klassifizierung der Anforderungen durch Performance Level)

vorgenommen werden, die eine qualitative Aussage ermöglichen.

## FAZIT

### Basis-Schirmung meist ausreichend

Wie die letzten Jahre gezeigt haben, können über 95 Prozent aller industriellen Schaltschrank- und Gehäuseanwendungen (wie auch Systeme der Daten- und Telekommunikation) mit Standardgehäusen aus Stahlblech, Edelstahl oder Aluminium mit ausreichenden EMV-Eigenschaften (Basis-Schirmwirkung) realisiert werden. Eine erhöhte Schirmwirkung wird in nur leicht zunehmender Stückzahl gefordert, wobei der Schwerpunkt auf Anwendungen der Telekommunikation, besonders den Basisstationen der Mobilfunknetze, liegt. Für ähnlich komplexe Technik von Verkehrssystemen ist ebenfalls eine Zunahme der Schirmungsanforderungen festzustellen.

Ein Vorgehen nach der **Checklist** hilft sowohl bei der Vorbereitung der Planung als auch bei der Angebotsabfrage bei den Komponentenherstellern, ein Rückfragen-Ping-Pong zu vermeiden und in einer angemessenen Zeit die optimale Gehäuselösung zu finden.

Quantitative Aussagen sind bei leeren Gehäusen wenig aussagekräftig, da die Installation mit dem elektrotechnischen System durch Kabeleinführungen, Sichtflächen und/oder Klimatisierungsmaßnahmen die Schirmdämpfung stark beeinflusst. Besonders um die Einhaltung be-

stimmter Grenzwerte der jeweils anzuwendenden Vorschriften zu dokumentieren (wie die Funk-Entstörung Informationstechnischer Einrichtungen ITE entsprechend EN 55022), lassen sich die jeweiligen Parameter nur mittels Prüfung des fertigen Gehäuses inklusive Einbauten während des Betriebs ermitteln.

### Der Realfall fordert Kompromisse

Die optimale HF-Schirmung kann durch eine schlitzfreie leitende Verbindung aller Gehäuseaußenflächen untereinander, zur Absorption hochfrequenter elektromagnetischer Felder, erzielt werden. Aus dieser Sicht ist ein komplett verschweißtes Gehäuse ideal. In der Realität ist jedoch ein Kompromiss erforderlich, der

- die Abnehmbarkeit von Wänden und das Öffnen von Türen,
- Ausbrüche für Einbauelemente, Klimatisierungsmaßnahmen oder Sichtflächen,
- den Korrosionsschutz für Metallgehäuse berücksichtigt.

Hohe Schirmdämpfungswerte im Frequenzbereich bis 1 GHz oder darüber hinaus erzielen leitende Spezialdichtungen (Metallgewebe auf Schaumstoffkörper als Kombinationsdichtungen EMV/IP-Schutzart), welche die metallisch blanken Innenflächen von Türen und abnehmbaren Wänden, Dach- und Bodenblechen mit den metallisch blanken Dichtkanten des Gehäusekörpers oder -gerüsts verbinden. Dies hat sich bei der Kosten-Nutzen-Abwägung als beste Lösung für bestehende Gehäusesysteme erwiesen. Alternativ können bei Neukonstruktionen oder bei besonders hohen Anforderungen stark überlappende Flächen und eine Trennung von EMV- und mechanischer (Umwelt-) Dichtung vorgesehen werden, wobei als EMV-Dichtung auch metallische Federdichtungen

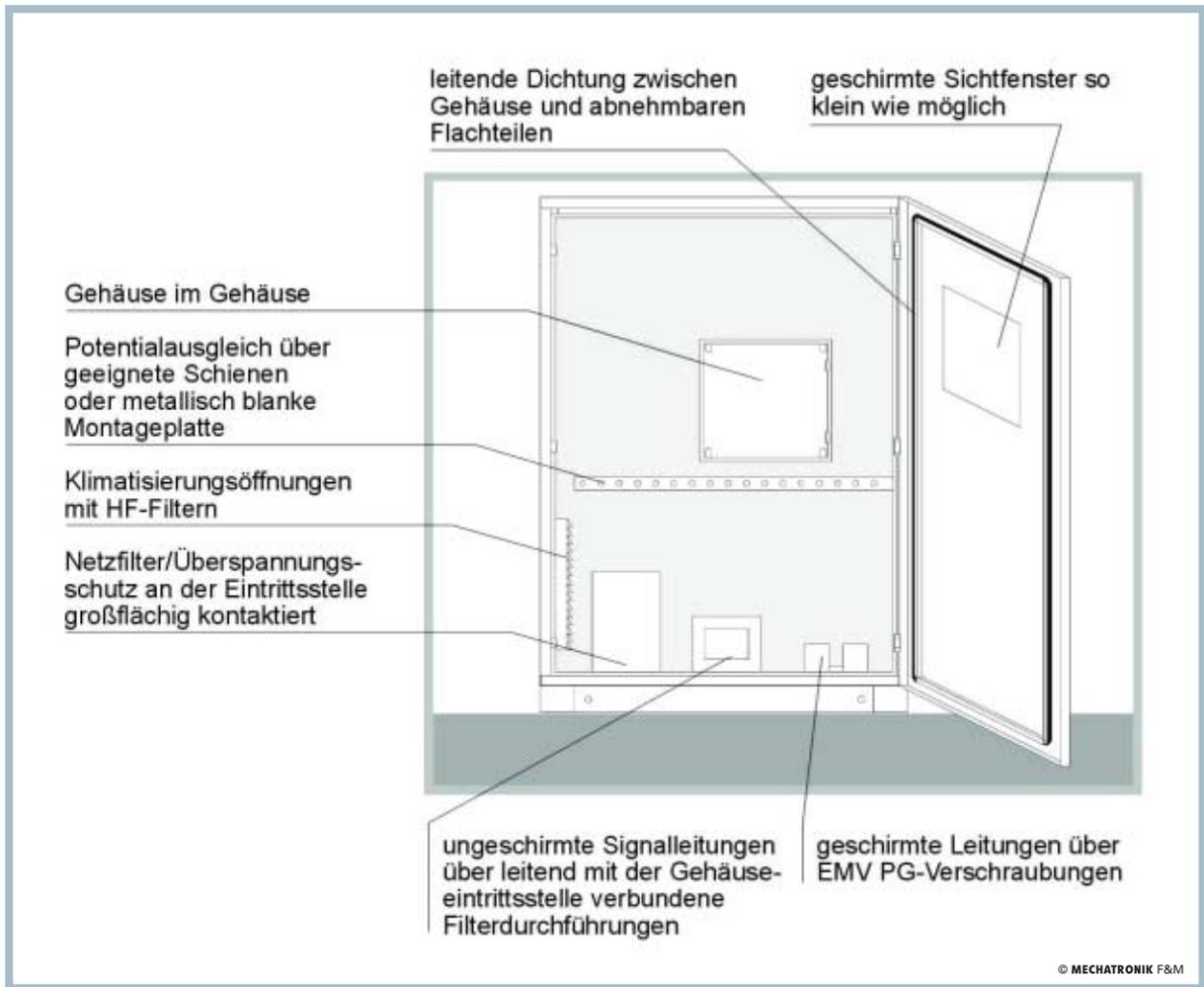
mit ihren besonderen Eigenschaften wählbar sind.

Grundsätzlich bestimmt dabei die konstruktive Ausführung des Dichtungssystems weitgehend die Schirmdämpfung. Je mehr Befestigungspunkte für Wände und Scharnier- und Verschlussdruckpunk- ➤

## CHECKLIST

### ... für den EMV-gerechten Schaltschrank

- Bestehen definierte Anforderungen an die Schirmwirkung des Gehäuses? Oder: Für welche Anwendung ist das Gehäuse vorgesehen?
- Wird ein bestimmtes Gehäusematerial aus anderen als EMV-Gründen benötigt?
- Welche Schirmwirkung ist in welchem Frequenzbereich erforderlich (bei bekannter Größe und Bauweise)? – Diese Frage führt zur schnellen Auswahl von Standard- oder HF-geschirmtem Gehäuse über die entsprechenden Dämpfungsdigramme.
- Sollen im Gehäuse Störstrahlung aussendende oder gegen Störstrahlung empfindliche Komponenten eingebaut werden? Oder: Welche Technik kommt im Gehäuse zum Einsatz?
- Wird das Gehäuse in einer Umgebung mit Störstrahlung aussendenden oder gegen Störstrahlung empfindlichen Geräten oder Systemen eingesetzt? Oder: Welche Anlagen, Maschinen, elektrotechnischen Systeme befinden sich in der näheren (bis einige 10 m) Umgebung?
- Müssen im Gehäuse störaussendende oder -empfindliche Komponenten besonders gekapselt werden?
- Sind diese Komponenten oder Baugruppen in 19-Zoll-Technik ausgeführt? Dabei entscheidet sich die Auswahl zwischen Baugruppenträger oder Kompaktgehäuse.
- Welche Ausbrüche müssen in die Gehäuseoberfläche HF-geschirmter Gehäuse eingebracht werden? Klimatisierungskomponenten gibt es in geeigneten Ausführungen (beispielsweise EMV-Filterlüfter), oder die Lufteintritts- beziehungsweise Luftaustrittsöffnungen müssen separat geschirmt werden (Drahtgitter, Lochblech, Wabenkamin). Für Einbauminstrumente müssen geschirmte Versionen verwendet werden und für Sichtflächen geschirmte Scheiben.



3 Beispiel für ein EMV-gerechtes Gehäuse

te für Türen vorhanden sind und je gleichmäßiger damit der Anpressdruck und der Kontakt (niedrige Impedanz) von Gehäusekörper und Tür/Deckel entlang den Dichtungen ist, umso näher kommt man dem Ideal.

**Expertenwissen ist nicht zu ersetzen**

Mit zunehmender Frequenz des auftretenden elektromagnetischen Felds steigt der schirmungsmindernde Einfluss von Öffnungen im Gehäuse. Daher sind auch bei der Bearbeitung der Gehäuse einige Punkte wie die Verwendung spezieller

Dichtungen und Kabeldurchführungen oder der Einsatz von Filter-Steckverbindern zu beachten. Eine Abschätzung lässt sich vornehmen mit:

$$a = 20 \lg E_0/E_1$$

Bei der größten Länge  $l$  einer ungeschirmten Öffnung und der höchsten betrachteten Frequenz/kürzesten Wellenlänge  $\lambda$  gilt für  $l > \lambda/20$ : Schirmdämpfung  $a < 20$  dB. Das heißt, zum Beispiel bei 1 GHz, entsprechend 0,3 m Wellenlänge, sinkt bereits bei einem Öffnungsdurchmesser von 1,5 cm die Schirmdämpfung unter 20 dB (und damit unter den Faktor 10). Zum

Vergleich: Die oben angeführte Norm IEC TS 61587-3 beschreibt die Performance-Level (Anforderungsstufen) gemäß **Tabelle A**.

Eine optimale Gehäuselösung setzt voraus, dass die Anforderungen an das Gehäuse hinsichtlich vorliegendem Feld typ (elektrisches, magnetisches oder elek-

Level	Frequenzbereich	
	30–230 MHz	230–1000 MHz
1	20 dB	10 dB
2	40 dB	30 dB
3	60 dB	50 dB

**A Performance-Level (Anforderungsstufen) nach IEC TS 61587-3**

tromagnetisches Feld), Frequenzbereich (etwa von 10 bis 100 MHz) und erforderlicher Schirmwirkung (Dämpfung  $\alpha$ ) sowie weiterer elektrischer (interne Erdung, Potenzialausgleich) und mechanischer Anforderungen wie Ausbrüche für die Klimatisierung oder Sichtfenster bekannt sind. Für die Ermittlung aller notwendiger Informationen ist die **Checklist** hilfreich.

EMV lässt sich auch mit Kunststoffgehäusen erreichen, wenn diese aus anderen Gründen im Anforderungsprofil stehen. Die Möglichkeiten für eine gewisse Schirmwirkung bestehen in der Metallbeschichtung der Gehäuse (beispielsweise Aluminium-Beschichtung im Hochvakuum-Verfahren) oder in der Beschichtung mit Leitlacken. Leitfähig ausgerüstete Grundmaterialien sind bei großen Gehäusestückzahlen ebenfalls denkbar, erfordern aber dann möglicherweise andere Herstellungswerkzeuge mit entsprechenden Kosten.

In vielen, wenn nicht den meisten Fällen bleiben allerdings die entscheidenden Fragen nach der erforderlichen Dämpfung

und dem betrachteten Frequenzbereich unbeantwortet, und die Beurteilung der erforderlichen Schirmwirkung muss ein erfahrener Spezialist auf der Basis der Systemanwendung und der Informationen über die elektromagnetische Umgebung vornehmen.

#### **Autor**

Dipl.-Ing. (Univ.) HARTMUT LOHREY  
(lohrey.h@rittal.de) ist Fachreferent Schaltschranktechnik in der Abteilung Marketing Technical Support bei Rittal in Herborn.

#### **KONTAKT**

Rittal Werk,  
35745 Herborn,  
Tel. 0 27 72 /5 05 -27 57,  
Fax 0 27 72 /5 05 -27 84,  
[www.rittal.de](http://www.rittal.de)  
SPS/IPC/Drives: 5-110, 6-210

### **EXPERTENTIPP**

## Wichtige Grundregeln für die Installation

Neben der Auswahl der Gehäuseversion (Standard mit Basis-Schirmung oder HF-geschirmt) ist die Beachtung einiger grundlegender Installationsregeln ein wesentlicher Faktor, um beste EMV zu erzielen:

- räumliche Trennung zwischen störaussendenden oder störempfindlichen Komponenten und Kabeln, eventuell Einsatz eines HF-geschirmten Kleingehäuses oder 19-Zoll-Baugruppenträgers im Großschrank,
- Wechsellüftungslüfter nicht in unmittelbarer Nähe zu Monitoren einbauen (gilt nicht für LCD-/TFT-/Plasma-Flachbildschirme),
- großflächig leitender, niederinduktiver Potenzialausgleich zwischen Befestigungsflächen von Bauteilen/-gruppen im Gehäuse, Verwendung von EMV-Flachbänderdornen,
- großflächig leitende, niederinduktive (optimal: Rechteck- statt Rundleiter-) Verbindungen zwischen allen leitenden Gehäuseaußenflächen (für Standardgehäuse), optimal: Verwendung von EMV-Flachbänderdornen,
- Potenzialausgleich der Kabelschirme (optimal mit 360°-Rundumkontaktierung) an der Einführungsstelle, Verwendung von EMV-Bodenblechen oder EMV-Kabelverschraubungen.
- Sowohl die Auswahl des Gehäuses als auch die Einhaltung der Installationsregeln werden erfahrungsgemäß unter Kostengesichtspunkten als Kompromiss vorgenommen. Auch eine Überprüfung und Verifizierung der getroffenen EMV-Maßnahmen mit den Mitteln der Messtechnik wird aus Preisgründen meist vernachlässigt. Daher ist die Wirksamkeit der Schirmung und der EMV-gerechten Installation so lange als gegeben zu betrachten, wie keine unerklärlichen Funktionsstörungen im System oder seiner elektromagnetischen Umgebung auftreten.