

# Elektromagnetische Verträglichkeit für Steuerungen und Energieverteilungen von Maschinen und Anlagen

---

White Paper  
August 2020

Autor: Hartmut Lohrey, Dipl.-Ing. (Univ.)

---

Ganz gleich ob im privaten oder beruflichen Umfeld: Es gibt kaum Tätigkeiten, die heute ohne elektrische Einrichtungen auskommen. Die Elektro-technik muss nicht nur einwandfrei funktionieren und damit sicher und störfest sein. Sie darf auch während des Betriebes keine anderen Geräte beeinflussen und keine unzulässigen Netzurückwirkungen verursachen. Planer, Erbauer und Betreiber von Anlagen und Hersteller der Komponenten müssen diese teils komplexe Aufgabe zuverlässig erfüllen. In diesem Whitepaper erhalten Sie einen Überblick über die Grundlagen, Anforderungen und Lösungsansätze.

---

# Inhaltsverzeichnis

---

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| Executive Summary                                 | 4  |
| Einleitung                                        | 5  |
| 1. Grundlagen                                     | 7  |
| 2. EMV-Aufgaben                                   | 12 |
| 3. Lösungen                                       | 15 |
| 4. Zusammenfassung                                | 21 |
| Verzeichnis der Abbildungen, Tabellen und Quellen | 22 |
| Glossar                                           | 23 |

# Executive Summary

---

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) hat als Aspekt für den störungsfreien Betrieb eine hohe Relevanz bei der elektrischen Ausrüstung von Maschinen und Produktionsanlagen sowie Anlagen der Energieverteilung.

Neben der Aufgabe, die elektrische Steuerungstechnik und die Energieverteilung vor Umwelteinflüssen und die Anwender vor den Gefahren des elektrischen Stromes zu schützen, leisten die Schaltschränke durch die Schirmwirkung metallischer Gehäuse sowie Maßnahmen des Potenzialausgleichs auch einen wesentlichen Beitrag für den ungestörten Betrieb.

In diesem Whitepaper erfahren Sie die grundlegenden Anforderungen, Zusammenhänge und Lösungen.



Hartmut Lohrey,  
Rittal, Leiter der Abteilung  
Marketing Training / Support

## Autor

### Dipl.-Ing. (Univ.) Hartmut Lohrey

ist seit 1988 bei Rittal in Herborn im Marketing mit Produktschulungen und technischer Kundenberatung beschäftigt. 1995/96 Einsatz als Leiter der Key Account Vertriebsabteilung für IT-Schränke, anschließend Fachreferent Schaltschranktechnik im Marketing, und seit Juli 2001 als Leiter der Abteilung Marketing Training / Support verantwortlich für die technischen Produktschulungen und die technische Kundenberatung.

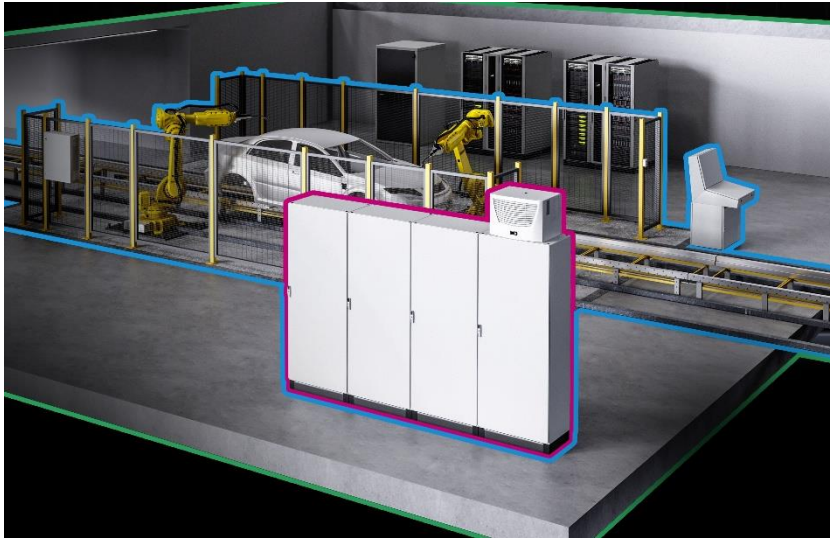
Er ist Mitarbeiter in verschiedenen nationalen und internationalen Normungsgremien und nimmt die Rittal Mitgliedschaft in der DEMVT (Deutsche Gesellschaft für EMV-Technologie e.V.) wahr.

# Einleitung

---

Elektrische Einrichtungen begleiten heute die gesamte private und berufliche Umgebung. Ohne diese Systeme aus aktiven elektronischen Geräten, miteinander direkt oder über Netzwerkkomponenten verbunden, ist der Alltag für Menschen in wirtschaftlich entwickelten Ländern nicht mehr vorstellbar.

Der Schutz der Geräte für einen ungestörten Betrieb mit hoher Verfügbarkeit des Gesamtsystems, wie auch der Schutz der Anwender vor den Gefahren der verwendeten elektrischen Energie im Fehlerfall, sind von größter Bedeutung für den Einsatz. Möglichen Risiken dieser beiden Felder wird mit geeigneten Schutzmaßnahmen entgegengewirkt.



**Abbildung 1**  
Fertigungsbereich mit Gehäusen für elektrische Einrichtungen

Die Struktur heutiger elektrischer Systeme setzt sich in den meisten Fällen aus Steuerung, Energieverteilung und IT-Netzwerk zusammen.

Die Geräte, über welche die gesteuerte Energieverteilung wie auch der Austausch und die Verarbeitung von Informationen stattfinden, sind in Gehäusen untergebracht, die gleich mehrfache Schutzwirkung bieten sollen:

Schutz vor

- unerlaubtem Gerätezugriff
- Staub und Feuchtigkeit
- Elektromagnetischen Beeinflussungen
- Berührung gefährlicher Spannung im Fehlerfall

Dieses Whitepaper konzentriert sich auf Maßnahmen gegen elektromagnetische Beeinflussung in und an Schränken für Maschinen und prozesstechnische Anlagen sowie Energieverteilungen.

---

Maßnahmen gegen elektromagnetische Beeinflussung, bei Schränken für Maschinen und prozesstechnische Anlagen sowie bei Energieverteilungen

---

# 1. Grundlagen

---

---

Hohe Packungsdichte der Elektronik, größere Signal-Verarbeitungsgeschwindigkeit und niedrigere Signalpegel machen die Technik immer sensibler.

---

## 1.1 Bedrohung

Die elektromagnetische Verträglichkeit findet heute auch bei der Auswahl von Gehäusen und Schaltschränken immer stärker Beachtung.

Bedingt durch hohe Packungsdichten bei der MSR-Elektronik, immer größere Signal-Verarbeitungsgeschwindigkeiten und immer niedrigere Signalpegel der verwendeten Elektronikschaltkreise treten in komplexen Systemen häufig Fehler auf, die auf elektromagnetische Beeinflussungen zurückgeführt werden können.

Hier zwei Beispiele:

- Ausfall einer Pressen-Steuerung im Sendefall eines Mobil-Funkgerätes
- Fehlermeldung eines BUS-Systems beim Einschalten eines Kühlgerätes

Um Material und Personal vor den Auswirkungen elektromagnetischer Beeinflussungen zu schützen, gibt es zahlreiche internationale Normen und Vorschriften, die Grenzwerte für Störaussendungen und Kriterien für die Störfestigkeit definieren. Ihre Einhaltung wird durch entsprechende Kennzeichnung auf den Geräten bzw. Systemen dokumentiert.

Das (Schutz-)Ziel dieser Normen bzw. Vorschriften wird unter der Bezeichnung Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) zusammengefasst.

## 1.2 Störquellen

Im Schaltschrank oder in der Umgebung können elektromagnetische Beeinflussungen/Störgrößen durch interne Störquellen (künstliche, d.h. technisch bedingte) oder externe Störquellen (natürliche wie Blitz oder elektrostatische Entladungen sowie künstliche, d.h. technisch bedingte) erzeugt werden.

### Blitzentladungen

Wie aus Untersuchungen der Sachversicherer hervorgeht, haben die Schäden durch blitzverursachte Überspannungen ein weitaus größeres Ausmaß als Schäden von Direkteinschlägen.

Die Intensität der Blitzeinwirkung ist abhängig von der Entfernung zum Einschlagort. Man unterscheidet Direkt-, Nah- und Ferneinschlag.

Beim Direkt- bzw. Naheinschlag werden durch das Magnetfeld des Ableitstroms (Blitzkanal, Teilstrompfade über Erdungssystem) Überspannungen in Leiterschleifen induziert und/oder über den Erdungswiderstand (= Anhebung des Erdpotenzials) erzeugt.

Bei Ferneinschlägen werden durch Direkteinschlag in die Hochspannungsfreileitungen oder durch Influenzwirkung von Wolke-Wolke-Blitzen Überspannungs-Wanderwellen erzeugt, die sich entlang der Freileitungen ausbreiten.

Zusätzlich zu diesen Überspannungen bringt jeder Blitzeinschlag auch einen elektromagnetischen Impuls, ein transientes elektromagnetisches Feld (LEMP, Frequenzspektrum im kHz bis MHz-Bereich). Dieses kann in Signalstromkreisen störende oder gar zerstörende Spannungen erzeugen.



## Elektrostatische Entladungen

Bei Kontakt und Reibung fester Stoffe aneinander können elektrostatische Aufladungen entstehen. Bei gut leitfähigen Oberflächen werden sie rasch wieder abgeleitet. Bei weniger gut leitfähigen Oberflächen können sie sich hingegen lange halten. Diese Aufladungen bei Nichtleitern können mit elektrostatistischen Spannungen als Ableitstrom bei Berührung mit leitfähigen Teilen elektronische Bauelemente beeinträchtigen oder sogar zerstören.

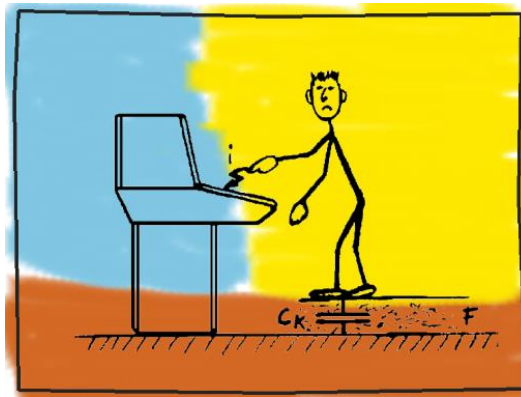


Abbildung 2 Elektrostatische Auf-/Endladung

---

Elektromagnetische  
Störquellen drohen von  
innen und von außen

---

Von besonderer Bedeutung sind elektrostatische Körperentladungen von Personen auf Bedienelemente und Gerätegehäuse. Die in diesem Fall auftretenden Spannungen können bis zu 15.000 V betragen, Entladungsströme bis 5 A können fließen, bei Stromsteilheiten bis zu 5 kA/ $\mu$ s.

Das Risiko von Funktionsstörungen oder Schäden erhöht sich durch schlecht leitfähige Bodenbeläge und geringere Luftfeuchtigkeit.

## Technische Störquellen

Bei den technisch bedingten Störquellen muss man unterscheiden zwischen Auswirkungen betriebsmäßig erzeugter und genutzter elektromagnetischer Größen (z. B. Funkenerosionsmaschine, Radar etc.) und betriebsmäßig oder im Fehlerfall auftretenden elektromagnetischen Größen, die nicht zur Nutzung erzeugt werden (z. B. Funkenentladungen an Schaltkontakten, Magnetfelder starker Ströme etc.).

Elektromagnetische Vorgänge in Geräten und Anlagen können periodische Dauerstörungen im Frequenzbereich von einigen Hz bis ca. 100 GHz verursachen, z. B.:

- Stromrichter
- Schaltnetzteile
- Induktionserwärmungsanlagen
- Radaranlagen

oder zufällig auftretende Störungen (Impulse) aussenden, z. B.:

- Schalten von Induktivitäten (Transformatoren, Drosseln, Elektromotoren)
- Ein-/Ausschalten von leistungselektronischen Geräten
- Zündvorgänge von Lichtbogenschweißanlagen
- Prellvorgänge an Schaltkontakten

Durch die risikoträchtigsten Störquellen in Niederspannungsnetzen (mechanisches Schalten von Induktivitäten) können im ungünstigsten Fall folgende Störerscheinungen auftreten:

- Abschaltüberspannung am Entstehungsort bis 10 kV
- Spannungsanstiegsgeschwindigkeit bis 100 V/ns
- Anstiegszeit der Überspannung 1 ns bis 1  $\mu$ s
- Spannungsabstiegsgeschwindigkeit bei Impulsen 2 bis 5 kV/ns
- Impulsdauer von 100 ns bis 1 ms
- verursachte Störspannungswerte auf Netz- oder Datenleitungen bis 3 kV

Störgrößen können über verschiedene Kopplungsmechanismen auf Geräte und Systeme einwirken

Bei den von internen oder externen Störquellen verursachten Störgrößen handelt es sich um Spannungen, Ströme, elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder, die entweder kontinuierlich periodisch oder zeitlich zufällig impulsförmig auftreten können.

Für beide Fälle gibt es schmalbandige (Frequenzspektrum 0 bis einige 100 kHz) oder breitbandige (einige 10 kHz bis einige 100 MHz) Erscheinungsformen.

Für impulsförmig auftretende Größen lassen sich mit geeigneten Rechenverfahren (Fouriertransformation) die jeweiligen Frequenzspektren ermitteln.

### 1.3 Beeinflussungsarten

Die Störgrößen können über verschiedene Kopplungsmechanismen auf Geräte und Systeme einwirken:

#### leitungsgebundene Beeinflussungen

- galvanische Kopplung
- kapazitive Kopplung
- induktive Kopplung
- Wellenbeeinflussung

#### feldgebundene Beeinflussungen

- Feldbeeinflussung (niederfrequent)
- Strahlungsbeeinflussung (hochfrequent)

|                                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| Thermoschalter                    | 30... 300 kHz     |
| Schaltlichtbögen                  | 20... 200 MHz     |
| Motoren                           | 10... 400 kHz     |
| Schaltnetzteile                   | 100 kHz... 30 MHz |
| Leistungselektronik-Schaltanlagen | 100 kHz...300 MHz |
| Relais                            | 10 kHz... 200 MHz |

**Tabelle 1:** Frequenzspektren feldgebundener Störgrößen

# 2. EMV-Aufgaben

---

---

Hersteller müssen für EMV-gerechte Konstruktion und Herstellung ihrer Produkte und Normenkonformität sorgen.

---

## 2.1 Aufgaben der Hersteller von Bauteilen, Geräten und Systemen der Elektrotechnik

Die Hersteller müssen für EMV-gerechte Konstruktion und Herstellung ihrer Produkte und sorgen. Zudem sichern sie Normenkonformität und damit die Einhaltung der Schutzziele, die in der EMV-Richtlinie der EU wiedergegeben sind.

## 2.2 Rechtslage, Normung

Durch die „Richtlinie des Rats vom 3. Mai 1989 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit, 89/336/EWG“ (aktuell: 2014/30/EU) wurde ein Grunddokument für die EU-Mitgliedsstaaten geschaffen, in dem die EMV als Schutzziel für elektrische und elektronische Geräte festgelegt ist.

Diese Richtlinie ist durch entsprechende Gesetze in den Mitglieds-ländern in nationales Recht umgesetzt worden und damit EU-weit verbindlich.

In Deutschland regelt das EMV-Gesetz die Bedingungen für das Inverkehrbringen, Ausstellen und Betreiben von Geräten, die elektromagnetische Störungen verursachen können oder deren Betrieb durch diese Störungen beeinträchtigt werden kann.

Zur Beurteilung der Richtlinien-Konformität von Geräten werden die harmonisierten europäischen Vorschriften verwendet.

Der Aufbau des Normenwerkes zur EMV ist dreiteilig:

In den Grundnormen (Basic standards) werden grundsätzliche Anforderungen, Messgeräte und Messverfahren festgelegt. Die Fachgrundnormen (Generic standards) legen die Anforderungen fest, die an Produkte in bestimmten elektromagnetischen

Umgebungen gestellt werden. Die wesentlichen benannten Bereiche sind:

- Wohnbereiche, Geschäfts- und Gewerbebereiche und Kleinbetriebe
- Industriebereiche

Für diese Bereiche bestehen spezifische Normen bezüglich Störaussendung

Die **Produktfamilien- und Produktnormen** (Product family standards, product standards) schließlich legen die speziellen produkttypischen Messanordnungen und Betriebsbedingungen beim Messen sowie definierte Störfestigkeitsforderungen fest.

Bei dieser Normengliederung ist zunächst grundsätzlich die Produktnorm anzuwenden. Existiert für ein Gerät oder System keine entsprechende, so ist die Fachgrundnorm bindend. Fundstelle für die aktuellen EMV-Normen ist das Amtsblatt der Europäischen Union (EU).

Die Übereinstimmung eines Gerätes oder Systems mit den Schutzanforderungen der EMV-Richtlinie ist mit dem CE-Kennzeichen zu dokumentieren.

## 2.3 EMV-Maßnahmen

Die zuvor genannte EMV-Richtlinie fordert vom Gerätehersteller auch eine Risikoanalyse, auf deren Grundlage erforderliche Maßnahmen zur Erreichung der Schutzziele definiert werden können.

Die EMV-gerechte Konstruktion berücksichtigt alle Maßnahmen zur Verhinderung oder Reduzierung der Störaussendung und zum Erzielen einer definierten Störfestigkeit für den Betrieb eines Gerätes/Systems in einer bestimmten Umgebung.

Grundsätzlich können als EMV-Maßnahmen unterschieden werden:

- Filterung und Überspannungsschutz gegen leitungsgebundene Beeinflussungen
- Schirmung gegen Feld gebundene Beeinflussungen

Außerdem spielt die EMV-gerechte Installation im Schaltschrank mit den Schwerpunkten auf der Platzierung der Komponenten, der Kabelführung, der Erdung und des Potenzialausgleichs in Maschinen und Anlagen aber auch in der Gebäudetechnik eine wichtige Rolle.

# 3. Lösungen

---

## 3.1 Gehäuse, Anforderungen und Möglichkeiten, Gehäuseschirmung als Beitrag zur EMV

Der Beitrag des Gehäuses zur Sicherstellung der EMV wird durch folgende Zielsetzung definiert:

- Verminderung ungewollter Abstrahlung, um Störungen der Umgebung zu vermeiden und um den unrechtmäßigen Empfang sicherheitsrelevanter Daten auszuschließen
- Verminderung von Einstrahlungen aus der Umgebung zum Schutz des eingebauten Systems durch eine definierte Schirmwirkung
- Unterstützung interner EMV-Maßnahmen

Der Schaltschrank aus Stahlblech bietet beste Voraussetzungen für den Anwender, Steuerungen für Maschinen und Anlagen mit guter EMV im Hinblick auf feldgebundene Beeinflussungen zu realisieren.

Eine Einschränkung besteht für niederfrequente Magnet(H)-Felder, wo eine gute Schirmwirkung nur durch entsprechendes Material mit bestimmten Materialeigenschaften (hohe relative Permeabilität  $\mu_R$ ) zu erreichen ist, z. B. "Mumetall". Dies hat größere praktische Bedeutung beispielsweise bei medizintechnischen Geräten wie EEG oder EKG.

Zur Beurteilung der Schirmungseigenschaften von Leergehäusen werden Schirmdämpfungsmessungen nach IEC 61000-5-7 oder IEC TS 61587-3 durchgeführt, die eine qualitative Aussage ermöglichen.

Quantitative Aussagen lassen sich nur durch Prüfung des fertigen Gehäuses inklusive Einbauten während des Betriebes ermitteln. Dies ist beispielsweise nötig, um die Einhaltung bestimmter Grenzwerte der jeweils anzuwendenden Vorschriften zu dokumentieren, z. B. Funk-Entstörung informationstechnischer Einrichtungen ITE entsprechend EN 55022.

Ziel der optimalen HF-Schirmung ist die möglichst schlitzfreie leitende Verbindung aller Gehäuseaußenflächen untereinander zur Ableitung hochfrequenter, durch auftreffende elektromagnetische Felder erzeugter Ströme.

Abnehmbare Wände, das Öffnen von Türen sowie Ausbrüche für Einbauelemente müssen dabei bedacht werden. Bei Stahlblechgehäusen darf auch der Korrosionsschutz nicht vernachlässigt werden.

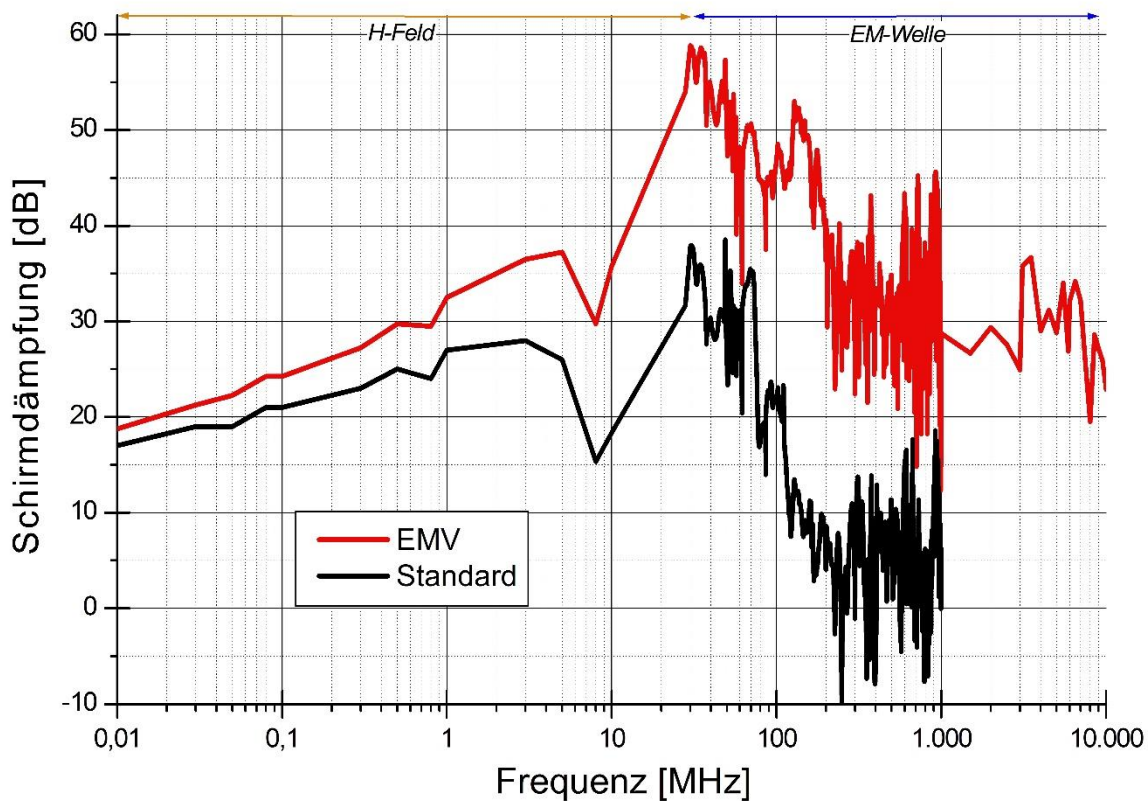
Jedes Metall-Gehäuse bietet bereits eine gute Grund-Schirmwirkung in einem weiten Frequenzbereich. Es bietet eine Dämpfung von elektromagnetischen Feldern, die allerdings in hohen Frequenzbereichen oft den Anforderungen nicht genügt (vgl. Dämpfungsdiagrammen, Abb. 3). Oft ist nur eine Potenzialausgleichsverbindung an abnehmbaren oder zu öffnenden Teilen gegeben.

Für Großschaltschränke lässt sich eine bessere Schirmdämpfung durch kostengünstige Maßnahmen zur mehrfachen leitenden Verbindung aller Gehäuseteile untereinander erreichen, z. B. mittels Direktkontaktierung beim Rittal VX25 Schranksystem.

Hohe Schirmdämpfungswerte im Frequenzbereich bis 1GHz werden durch Spezialdichtungen erzielt, die die metallisch blanken Innenflächen von Türen und abnehmbaren Wänden, Dach- und Bodenblechen mit den metallisch blanken Dichtkanten des Gehäusekörpers oder -gerüsts weitgehend schlitzfrei leitend verbinden. Je höher die auftretenden Frequenzen sind, desto kritischer werden Öffnungen im Gehäuse. Daher müssen auch bei der Bearbeitung der Gehäuse einige Punkte beachtet werden, wie z. B. die Verwendung spezieller Dichtungen für die eingebauten Geräte/Komponenten und Kabeldurchführungen oder der Einsatz von Filter-Steckverbindern.



VX25



Erläuterungen:

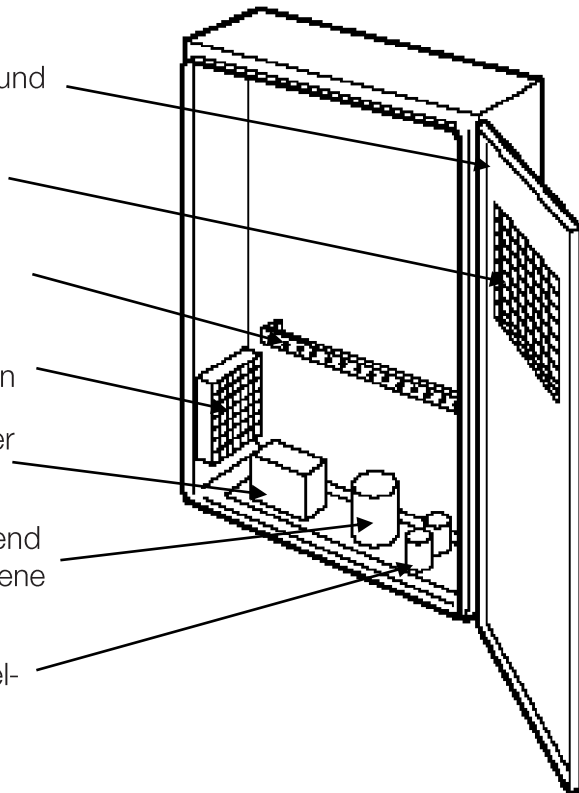
Die HF - Dämpfung (dB), kurz bezeichnet mit  $a$  (dB), gibt das Verhältnis zwischen dem Feld in der Umgebung – elektrisch (E), magnetisch (H) oder elektromagnetische (plane wave/ebene Welle) – und dem Feld im Gehäuseinnern im logarithmischen Maßstab an.

$$a = 20 \lg E_0/E_1 \text{ oder } a = 20 \lg H_0/H_1$$

mit dem Index 0 für die ungeschwächten Werte und dem Index 1 für die geschirmten Werte

Abbildung 3 Dämpfungsdiagramm

- leitende Dichtung zwischen Gehäuse und abnehmbaren Flachteilen
- geschirmte Sichtfenster so klein wie möglich
- Potenzialausgleich über geeignete Schienen
- Klimatisierungsöffnungen mit HF-Filtern
- Netzfilter/Überspannungsschutz an der Eintrittsstelle großflächig kontaktiert
- ungeschirmte Signalleitungen überleitend mit der Gehäuseeintrittsstelle verbundene Filterdurchführungen
- geschirmte Leitungen über EMV-Kabel-Verschraubungen
- eventuell Gehäuse im Gehäuse



**Abbildung 4** EMV gerechte Konstruktion (hohe Schirmwirkung) und Bestückung eines Gehäuses

Für eine detaillierte Betrachtung, welche Lösung zu wählen ist, müssen die Anforderungen an das Gehäuse hinsichtlich vorliegendem Feld-Typ (elektrisches Feld, magnetisches Feld oder elektromagnetisches Feld), Frequenzbereich (z. B. von 100 MHz – 1000 MHz) und erforderlicher Schirmwirkung (Dämpfung  $a$ ) sowie weitere mechanische Anforderungen (z. B. Ausbrüche für Klimatisierung, Sichtfenster etc.) bekannt sein (Abb. 4).

## 3.2 Zubehör

Wie bereits zuvor angesprochen, müssen auch Kabeleinführungen und Ausbrüche für Bedien- und Anzeigeelemente und/oder Klimatisierungs-Komponenten für Gehäuse mit hohen Schirmdämpfungswerten in die Schirmung mit einbezogen werden. Im einfachsten Fall werden geeignete geschirmte Komponenten verwendet, deren leitende Verbindung zum Gehäuse bereits beim Einbau hergestellt wird. Andernfalls müssen je nach Anforderungen konstruktive Lösungen erarbeitet werden.

### Sichtfenster/-türen

Geräte und Systemteile, die Anzeigeelemente beinhalten, können hinter geschirmten Scheiben angeordnet werden. Hierbei gilt die Empfehlung, die notwendige sichtbare Fläche möglichst klein zu halten.

### Klimatisierungs-Komponenten

Beim Einbau von Klimatisierungs-Komponenten können entsprechende Schirmgitter, Lochbleche oder Wabenkamine die lüftungstechnisch notwendigen Öffnungen gegen elektromagnetische Felder abschirmen.

### Kabeleinführung

Für die Einführung geschirmter Kabel in HF-geschirmten Gehäusen sind geeignete geschirmte-/EMV-Verschraubungen verfügbar, die eine rundum-Kontaktierung des Kabelschirmes mit der leitenden Gehäuseaußenfläche ohne Aufbrechen des Schirmgeflechtes ermöglichen.

Auch wenn keine erhöhte Schirmwirkung erforderlich ist, sollte bei der Verwendung geschirmter Kabel, z. B. beim Einsatz von Frequenzumrichtern, der Potenzialausgleich des Kabelschirmes an der Kabeleintrittsstelle ermöglicht werden.

Die Einführung ungeschirmter Kabel ist durch Filterdurchführungen und Filtersteckverbinder EMV-gerecht möglich, die in großer Spannungs- und Leistungsbandbreite angeboten werden.

---

Platzierung der  
Komponenten,  
Potenzialausgleich und  
richtige Kabelführung  
sorgen für EMV-gerechten  
Innenausbau.

---

### 3.3 Innenausbau, EMV-gerechte Installation

Der EMV-gerechte Innenausbau wird durch räumliche Trennung/Platzierung der Komponenten, Potenzialausgleich und Kabelführung gewährleistet.

Die räumliche Trennung wird vorzugsweise durch die Platzierung nach einem EMV-Zonenmodell umgesetzt, bei dem die Komponenten in die Funktionsgruppen Einspeisung/Netzanschluss, Steuerungs- und Kommunikationstechnik, Sensorik sowie Leistungselektronik geteilt und entsprechend aufgebaut werden.

Dabei ist der Grundsatz zu beachten, dass Leistungs- und Signalverarbeitung möglichst weit voneinander getrennt platziert werden.

Das gilt entsprechend für die Verkabelung, d.h. die räumliche Trennung nach leistungs- und signalführenden Kabeln ist anzustreben. Die beiden Kategorien sollten nicht ohne ausreichende Kabelschirmung oder schirmenden Kabelkanal zusammen parallel geführt werden.

Der Potenzialausgleich ist möglichst niederimpedant durch kurze, großflächige Verbindungen und dichte Vermaschung zu ermöglichen.

Nicht immer ist die Schirmung des kompletten Gehäuses erforderlich. Häufig ist mit der Schirmung von Systemteilen in Baugruppenträgern des 482,6 mm (19“) Einbausystems oder mit geschirmten Kleingehäusen im größeren Gehäuse eine kostengünstigere Lösung der EMV-Anforderung zu erzielen.

Darüber hinaus wird im Gehäuse-Inneren zum Erreichen der EMV der großflächige, induktivitätsarme Potenzialausgleich unterstützt, beispielsweise durch geeignete Potenzialausgleichsschienen, Potenzialausgleichsbänder, Klemmen und metallisch blanke Montageplatten.

# 4. Zusammenfassung

---

In der überwiegenden Mehrzahl aller industriellen Schaltschrankanwendungen kann die EMV durch die Einhaltung weniger Grundsätze bei der Bestückung/Installation und mit der Schirmwirkung, die bei Metallgehäusen schon grundsätzlich gegeben ist, erzielt werden. Auch der Einsatz von Frequenzumrichtern stellt dabei keine andere Situation dar.

Besondere Sensibilität hinsichtlich der Anforderungen ist allerdings angebracht, wenn Hinweise auf starke Störfelder am Aufstellungsort, beispielsweise durch Funkenerosions-Maschinen, Hochfrequenzschweißanlagen etc. oder aus der Anwendung selbst hervorgehen, beispielsweise bei Radar- oder Satelliten-kommunikation, etc. In solchen Fällen ist die Planung eines HF-geschirmten Gehäuses als zusätzliche EMV-Maßnahme dringend geboten.

Nur mit der Kombination aller möglichen Maßnahmen und Hilfsmittel wie Gehäuse, Installationsregeln, Filter und Überspannungsschutz ist eine Optimierung der EMV möglich. Dazu ist eine EMV-Analyse der geplanten Anwendung unabdingbare Voraussetzung.

---

Nur mit der Kombination  
aus Maßnahmen,  
Gehäusewahl,  
Installationsregeln  
sowie Filter und  
Überspannungsschutz  
ist eine Optimierung der  
EMV möglich.

---

# Verzeichnis der Abbildungen, Tabellen und Quellen

---

## Verzeichnis der Abbildungen

|             |                                                                                   |    |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1 | Fertigungsbereich mit Gehäusen für elektrische Einrichtungen.....                 | 6  |
| Abbildung 2 | Elektrostatische Auf-/Endladung .....                                             | 9  |
| Abbildung 3 | Dämpfungsdiagramm .....                                                           | 17 |
| Abbildung 4 | EMV gerechte Konstruktion (hohe Schirmwirkung) und Bestückung eines Gehäuses..... | 18 |

## Verzeichnis der Tabellen

|            |                                                  |    |
|------------|--------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1: | Frequenzspektren feldgebundener Störgrößen ..... | 11 |
|------------|--------------------------------------------------|----|

## Verzeichnis der Quellen

- Ref. 1 Rittal Whitepaper: "Netzwerk-/Serverschrank Rittal TS IT", Link:  
[http://www.rittal.com/imf/none/5\\_1962/Rittal\\_Whitepaper\\_TS\\_IT\\_5\\_1962](http://www.rittal.com/imf/none/5_1962/Rittal_Whitepaper_TS_IT_5_1962)
- Ref. 2 Rittal TS IT Montage- und Bedienungsanleitung, Link:  
[http://www.rittal.com/imf/none/5\\_619/Rittal\\_TS\\_IT\\_Montage-\\_und\\_Bedienungsanleitung\\_Assembly\\_an\\_5\\_619](http://www.rittal.com/imf/none/5_619/Rittal_TS_IT_Montage-_und_Bedienungsanleitung_Assembly_an_5_619)

# Glossar

---

**AC:** Alternating Current – Wechselstrom

**DC:** Direct Current – Gleichstrom

**EMV:** Elektromagnetische Verträglichkeit

**IT:** Informationstechnik / oder auch Netzform der Energieverteilung, Art der Erdung (isolé – terre): direkte Erdung eines Betriebsmittelkörpers

**LWL:** Lichtwellenleiter

**PE:** Protective Earth - Schutzleiter

**PEN:** Protective Earth Neutral – kombinierter Schutzleiter und Neutralleiter

**MESH-BN:** Meshed Bonding Network – vermaschte Potenzialausgleichsanlage

**NSHV:** Niederspannungshauptverteiler

**RCD:** Residual Current Device – Fehlerstromschutzschalter

**TN-C:** Netzform der Energieverteilung, Art der Erdung (terre – neutre): kombinierter Schutzleiter und Neutralleiter

**TN-S:** Netzform der Energieverteilung, Art der Erdung (terre – neutre): separater Schutzleiter und Neutralleiter

**TT:** Netzform der Energieverteilung, Art der Erdung (terre – terre): direkte Erdung eines Punktes der Stromquelle wie auch des Betriebsmittelkörpers

# Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.

- Schaltschränke
- Stromverteilung
- Klimatisierung
- IT-Infrastruktur
- Software & Service

Hier finden Sie die Kontaktdaten  
zu allen Rittal Gesellschaften weltweit.



[www.rittal.com/contact](http://www.rittal.com/contact)

RITTAL GmbH & Co. KG  
Auf dem Stützelberg · D-35726 Herborn  
Phone +49 (0)2772 505-0 · Fax +49 (0)2772 505-2319  
E-mail: [info@rittal.de](mailto:info@rittal.de) · [www.rittal.com](http://www.rittal.com)

8.2020

SCHALTSCHRÄNKE

STROMVERTEILUNG

KLIMATISIERUNG

IT-INFRASTRUKTUR

SOFTWARE & SERVICE

FRIEDHELM LOH GROUP

