

Elektromagnetische Verträglichkeit

Industrieanlagen, Telekommunikationssysteme, Medizintechnik und Haushalt kommen heute nicht mehr ohne kompakte und leistungsstarke Elektroniksteuerungen aus. Frei nach dem olympischen Motto „schneller, weiter, höher“ werden Produktionsprozesse beschleunigt, Funkreichweiten erweitert und Packungsdichten erhöht. Die schnelle Schaltung von großen elektrischen Strömen in Produktionsanlagen verursacht hochfrequente elektromagnetische Störungen. Funksteuerungen und Mobiltelefone tragen ebenso zum allgegenwärtigen elektromagnetischen Smog bei. Mensch, Tier und Anlagen müssen davor geschützt werden - eine Gefährdung oder Beeinflussung darf nicht stattfinden. Die Europäische Union hat deshalb 2004 die EMV-Richtlinie 2004/108/EG in aktualisierter Form verabschiedet.

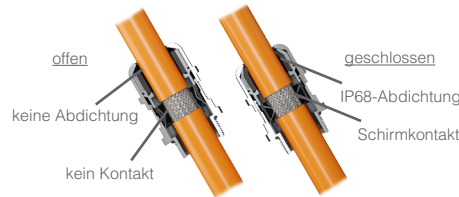
Was bedeutet nun elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)? Laut EU-Richtlinie ist darunter „die Fähigkeit eines Betriebsmittels zu verstehen, in seiner elektromagnetischen Umgebung zufriedenstellend zu arbeiten, ohne dabei selbst elektromagnetische Störungen zu verursachen, die für andere Betriebsmittel in derselben Umgebung unannehmbar wären.“ Eine derartige Störung ist als eine elektromagnetische Erscheinung zu verstehen, welche „die Funktion eines Betriebsmittels beeinträchtigen könnte. Eine elektromagnetische Störung kann ein elektromagnetisches Rauschen, ein unerwünschtes Signal oder eine Veränderung des Ausbreitungsmediums selbst sein.“ Bei allen Vorkehrungen muss natürlich auch Leben und Eigentum geschützt werden.

Soweit die Definitionen zur elektromagnetischen Verträglichkeit. Doch wie wird diese nun in der Praxis realisiert? Empfindliche Elektronik sollte zunächst in Metallgehäuse bzw. in metallisierte Kunststoffgehäuse eingebaut werden. Damit wird ein Faradayscher Käfig aufgebaut, der Störungen von außen abhält und Störsignale der Elektronik selbst im Inneren belässt. Das Problem wäre damit gelöst, bräuchten wir keinen leitungsgebundenen Zugang zur Elektronik im Gehäuse. Dies geschieht über Signal- und Steuerleitungen, die als Antennen in beide Richtungen wirken können. Deshalb müssen diese Zuleitungen bestens abgeschirmt sein: minimal mit einem Schirmgeflecht mit hohem Bedeckungsgrad oder besser noch mit einer zusätzlichen Schirmfolie.

Eine weitere Lücke in der elektromagnetischen Abschirmung stellt die Durchführung des Kabels in das Gehäuse dar. Hier kommen unsere EMV-Kabelverschraubungen der Serie Euro-Top EMV zum Einsatz (siehe Foto).

Diese sorgen bei der Durchführung der geschirmten Leitung in das leitende Gehäuse für eine in einem breiten Frequenzspektrum niederohmige Verbindung zwischen Kabelschirm und Gehäuse. Gleichzeitig wird eine Abdichtung nach Schutzart IP 68 erreicht und eine Zugentlastung des Kabels gemäß EN 50 262 gewährleistet. Dabei ist die Handhabung extrem einfach. Unsere Euro-Top EMV-Verschraubungen weisen vier wesentliche Merkmale auf:

- 1) Elektromagnetische Abschirmung mit hoher Dämpfung
- 2) Abdichtung gemäß Schutzart IP68 (5 bar)
- 3) Sehr einfache Handhabung/Montage
- 4) Zugentlastung nach EN 50262



Montage

Das einzigartige und patentierte Kontaktsystem der Euro-Top EMV-Verschraubungen sorgt neben den hervorragenden elektrischen Kontakteigenschaften für eine große Montagefreundlichkeit. So kann das geschirmte Kabel einfach durchgeführt und angeschlossen werden, ohne dass es von Beginn an durch die Kontaktelemente in der Verschraubung fixiert wird – wie dies bei Wettbewerbsprodukten meist der Fall ist. Erst nachdem das Kabel in seine richtige Position gebracht wurde und es abschließend fixiert wird, werden die EMV-Kontaktelemente an den Kabelschirm angepresst und im gleichen Arbeitsgang Zugentlastung und Abdichtung hergestellt. Eine spezielle Kupferlegierung sorgt für dauerhaften Anpressdruck und damit für eine zuverlässige Verbindung zwischen Kabelschirm und Gehäuse. Der Montagezeitaufwand ist dabei minimal und unterscheidet sich kaum von dem einer normalen Verschraubung. Somit wird die Installation unserer Euro-Top EMV-Verschraubungen zum Kinderspiel.

Mechanische Eigenschaften

Neben der Schutzklasse IP 68 über den gesamten angegebenen Klemmbereich erfüllen die Euro-Top EMV-Verschraubungen auch die Zugentlastungswerte des eingeführten Kabels nach EN 50262, Kategorie A. Sie halten die elektromagnetischen und mechanischen Spezifikationen auch unter Vibrations- und Schockeinwirkung ein. Der vernickelte Messingkörper wird den meisten Umweltaforderungen gerecht und falls dies bei speziellen Anwendungen nicht ausreichen sollte, stehen besondere Oberflächenvergoldungen oder Materialien wie verschiedene Edelstahlqualitäten zur Verfügung. Als Systemlieferant liefern wir Ihnen auch gern komplett vormontierte Gehäuse – speziell auf Ihre Bedürfnisse zugeschnitten. Sprechen Sie uns an!

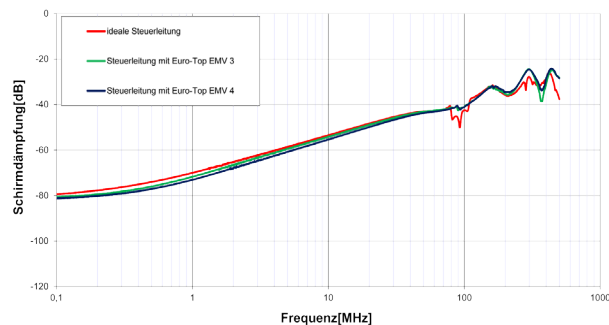
Elektromagnetische Abschirmung

Bei elektrotechnischen Anlagen und Systemen – einschließlich Solaranlagen und Elektro- und Hybridfahrzeugen - besteht die technische Herausforderung, eine maximale und dauerhafte elektromagnetische Abschirmung zu erreichen. Im Idealfall geschieht dies durch ein geschlossenes, elektrisch leitfähiges Schirmgehäuse. In der Praxis besteht ein solches System aus Gehäusen, Kabeln, Kabeldurchführungen (Verschraubungen) und Steckern. Die Qualität der Schirmdämpfung wird dabei durch das schwächste Glied des Gesamtsystems bestimmt. Somit sind alle Komponenten, mit denen die elektromagnetische Abschirmung erreicht werden soll, zu beachten: es nutzt die beste Verschraubung nichts, wenn ein Kabel mit geringer Schirmdämpfung verwendet wird. Deshalb müssen zur Bestimmung des elektromagnetischen Abschirmverhaltens einer Kabelverschraubung alle Systemkomponenten entsprechend ausgewählt werden. Für unsere Messungen wurde eine marktübliche, qualitativ hochwertige Steuerleitung mit einem Kupferabschirmgeflecht als Referenzleitung verwendet. Damit wird der hauptsächlichsten Anwendung unserer EMV-Verschraubungen im Maschinen- und Anlagenbau Rechnung getragen.

Unsere Euro-Top EMV-Verschraubungen wurden von unabhängigen Labors auf deren EMV-Charakteristik geprüft. Zur Evaluierung der Messergebnisse wurden dabei verschiedene Messverfahren verwendet:

Paralleldrahtverfahren

Zum einen wurde nach dem Paralleldrahtverfahren gemessen. Dieses Verfahren lehnt sich an den Standard VG 95214-11 an (Messverfahren für Kopplungswiderstand und Schirmdämpfung von geschirmten Bauelementen). Es wird heute u.a. für Dämpfungsmessungen im Bereich der e-Mobilität herangezogen. Dabei wird die Kopplungsdämpfung zwischen zwei Leitersystemen bestimmt. Vereinfacht ausgedrückt, wird das komplexe Verhältnis von (in den Paralleldraht) abgegebener zu (in der Steuerleitung) empfangener Leistung ermittelt. Um Aussagen über die Qualität der Verschraubung treffen zu können, muss zunächst eine Referenzmessung mit einem „ideal“ abgeschlossenen Kabel durchgeführt werden. Dazu wird der Kabelschirm beidseitig aufwändig an die Messadapter angelötet. Theoretisch wird damit die beste elektrische Ankopplung des Schirms an die Messapparatur erreicht. Die dabei gewonnen Messwerte werden als Referenz herangezogen. Anschließend wird die Verlötlung einseitig geöffnet und an deren Stelle die Kabelverschraubung eingesetzt. Die nunmehr erzielten Messwerte werden mit denen des ideal abgeschlossenen Kabelschirms verglichen. Wie in unten stehender Abbildung zu sehen ist, stimmen die Daten unserer Euro-Top EMV-Verschraubungen im Rahmen der Messgenauigkeit mit den Referenzdaten überein. Dies bedeutet, dass die elektromagnetische Abschirmung unserer Euro-Top EMV-Verschraubungen besser ist, als die der verwendeten Steuerleitung.



Die Messwerte sind so zu interpretieren, dass eine Verschiebung der Kurve nach unten (zu „größeren negativen dB-Werten“) eine Verbesserung des Systems darstellt. Die Modulationen ab 80 MHz sind auf Strukturresonanzen des Messaufbaus zurückzuführen.

Transferimpedanz

Zur Verifizierung der Messdaten nach dem Paralleldrahtverfahren wurden in einem zweiten Schritt weitere Dämpfungsmessungen mit einem anderen Verfahren durchgeführt. Hierbei wurde der komplexe Kopplungswiderstand Z_c (Transferimpedanz) von der Verschraubung zum Gehäuse im Frequenzbereich von 10 kHz bis 10 MHz gemessen. Strukturresonanzen des Versuchsaufbaus verhinderten dabei vernünftige Messdaten bei höheren Frequenzen. Systembedingt konnte mit dieser Methode eine „maximale“ Impedanz von -70 dBΩ gemessen werden. Die Ergebnisse dieser Messreihen sind damit nur qualitativ mit denen aus dem Paralleldrahtverfahren vergleichbar. Aussagen über die Schirmqualität können durch Vergleichsmessungen getroffen werden. Nach diesem Verfahren wurden auch andere, handelsübliche EMV-Verschraubungen zu Vergleichszwecken vermessen.

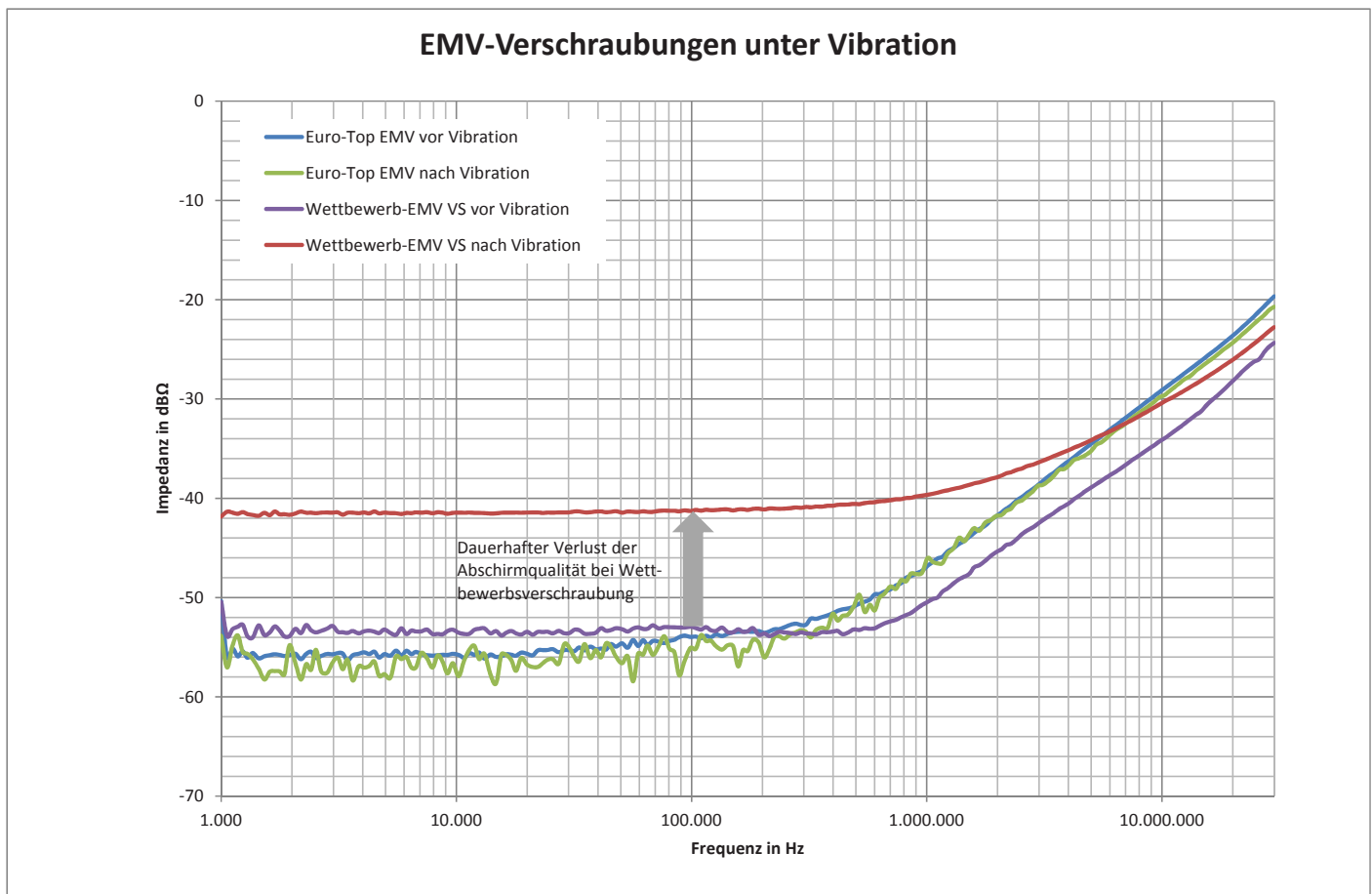
Messung der Temperaturabhängigkeit

Um die Abhängigkeit der Abschirmeigenschaften unserer Euro-Top EMV-Verschraubungen von der Temperatur zu bestimmen, wurden Messungen bei +25°C als Standardtemperatur, bei -40°C und bei +85°C durchgeführt. Zusätzlich wurden Temperaturzyklen zwischen -40°C und +85°C gefahren mit gleichzeitiger Beaufschlagung einer Vibration von 20 grms.

Die Abschirmeigenschaften der Euro-Top EMV-Verschraubungen waren bei allen drei Temperaturen identisch und veränderten sich durch die Temperaturzyklen nicht, d.h. die Messkurven waren vor und nach dem Durchlaufen der Temperaturzyklen deckungsgleich.

Messung der Vibrationsabhängigkeit

Da Maschinen und Anlagen oft Vibrationen ausgesetzt sind, wurde die Transferimpedanz unserer EMV-Verschraubungen unter Vibrationseinwirkung gemessen. Zur Bestimmung der Vibrationsempfindlichkeit wurden die montierten Verschraubungen zwischen zwei Messungen für 30 Minuten Vibrationen von 20 grms bei 25°C ausgesetzt. Gleichzeitig wurden Vergleichsmessungen mit Wettbewerbsprodukten vorgenommen. Ziel dieser Untersuchungen war es, die verschiedenen Kontaktierungssysteme der marktgängigen EMV-Verschraubungen miteinander zu vergleichen.



In der oben stehenden Abbildung sind die Ergebnisse von zwei EMV-Verschraubungstypen dargestellt: zunächst wird die Schirmdämpfung der Euro-Top EMV 4 gemessen und mit den Werten einer herkömmlichen EMV-Verschraubung verglichen (bei der herkömmlichen EMV-Verschraubung wird der Kabelschirm zwischen Kunststoffeinsatz der Verschraubung und Verschraubungskörper eingepresst). Die Werte der beiden Verschraubungen sind über den gesamten Messbereich nahezu identisch. Weiterhin sind mit der grünen (Euro-Top EMV 4) bzw. roten Kennlinie (herkömmliche EMV-Verschraubung) die Ergebnisse der beiden Verschraubungen aufgezeigt, nachdem sie Vibrationen ausgesetzt waren. Im Gegensatz zur Euro-Top EMV 4-Verschraubung, die keine Veränderung nach der Vibrationseinwirkung zeigte, führte diese bei einer herkömmlichen Verschraubung zu einem dauerhaften Verlust der Abschirmqualität von 12 dBΩ.

Zusammenfassung

Die Messung der Schirmdämpfung unserer Euro-Top EMV-Verschraubungen nach dem Paralleldrahtverfahren zeigen, dass diese bessere Abschirmeigenschaften aufweisen, als die im Maschinen- und Anlagenbau meist verwendeten, geschirmten Steuerleitungen.

Die Vergleichsmessungen der Transferimpedanz von verschiedenen EMV-Kontaktierungssystemen zeigen, dass die Euro-Top EMV-Verschraubungen die besten Abschirmeigenschaften aufweisen. Sie sind zusätzlich temperatur- und vibrationsunabhängig. Vergleichbar gute Schirmdämpfungswerte liefern nur noch EMV-Verschraubungen, die sehr aufwändig montiert werden müssen. Derartige Verschraubungen halten aber u. U. harten Belastungen nicht stand, wie unsere Versuch aufzeigten. Euro-Top EMV-Verschraubungen gewährleisten hingegen die einzigartige Kombination von zuverlässiger Kontaktierung, bester elektromagnetischer Schirmung und einfacher und schneller Montage.