

Elektromagnetischer Smog – unter diesem Begriff sammeln sich alle hochfrequenten elektromagnetischen Störfelder, die den Menschen und seine heute hochsensiblen Anlagen stören können. Im industriellen Bereich steht dafür stellvertretend der Begriff EMV, Elektromagnetische Verträglichkeit. Schon die Wortwahl allein weist auf eine Problematik hin – ähnlich der Verträglichkeit von Medikamenten für Mensch und Tier.

Investitionen für Maschinen und Anlagen müssen sich heute vor allem durch ihre hohe Produktivität rechtfertigen. Produktivität wird durch hohe Verfahrensgeschwindigkeit, Präzision und wenig Ausfallzeiten maximiert. Dazu sind einerseits eine Vielzahl von Mess- und Steuersignalen nötig, die u.a. den Zustand der Anlage richtig erkennen und steuern und andererseits große elektrische Leistungen für die Stellglieder der Anlage. Dies stellt auf den ersten Blick zunächst noch keine EMV-Problematik dar, wären da nicht die steilen Signalflanken und die thyristorgesteuerten hohen elektrischen Ströme. Beides führt zu hochfrequenten elektromagnetischen Signalen über einen weiten Frequenzbereich von wenigen Hertz (Hz) bis hin zu mehreren Gigahertz (GHz). Das schnelle und präzise Anfahren einer definierten Position mittels eines elektrischen Stellmotors mit hohen Beschleunigungs- und Verzögerungswerten führt zu einem „Burst“ von elektromagnetischen Wellen. Dieser Burst kann die Mess- und Steuersignale stören, die nur kleine Spannungsamplituden aufweisen. Dass dies immer wieder und vermehrt vorkommt, wissen die Praktiker unter uns nur zu gut.

Welche Maßnahmen kann man gegen diese elektromagnetischen Störungen treffen? Zunächst wird die empfindliche Elektronik in Metallschränke und – gehäuse eingebaut. Natürlich wird eine Abschirmung auch durch metallisierte Kunststoffgehäuse erreicht. Damit wird ein Faradayscher Käfig aufgebaut, der Störungen von außen abhält und Signale von der Elektronik im Gehäuse selbst abschirmt. Damit wäre das Problem gelöst, bräuchten wir keinen Zugang zur Elektronik selbst. Dies geschieht über Signalgeber- und Steuerleitungen. Auch diese sollten heute bestens abgeschirmt sein: minimal mit einem Schirmgeflecht mit hohem Bedeckungsgrad oder noch besser mit einer zusätzlichen Schirmfolie. Steuerleitungen dieser Art für alle gängigen Bussysteme sind auf dem Markt erhältlich.

Mit diesen zwei Maßnahmen sind die Grundlagen für eine störfreie Funktion des Systems zunächst gelegt. Steuer- und Versorgungsleitungen müssen aber in die Gehäuse und Schränke eingeführt werden – und an dieser Stelle wird die Abschirmung des Gesamtsystems oft vernachlässigt.

Hier kommen nun unsere EMV-Kabelverschraubungen der Serie Euro-Top EMV zum Einsatz (siehe Foto). Verschraubung der 3. und 4. Generation stellen bei der Einführung eines geschirmten Kabels in ein Gehäuse oder einen Schaltschrank eine niederohmige Verbindung zwischen Kabelschirm und Gehäuse/Schrankwand her. Gleichzeitig wird eine Abdichtung mit Schutzart IP 68 erreicht und eine Zugentlastung des Kabels gemäß EN 50262 Kategorie A gewährleistet. Durch den Einsatz werden damit gleichzeitig drei Funktionen erreicht:

- 1) **elektromagnetische Abschirmung mit hoher Dämpfung**
- 2) **Zugentlastung nach EN 50262 Kategorie A**
- 3) **Abdichtung nach IP68**



Bei der Entwicklung der Euro-Top EMV Verschraubungen wurde neben den technischen Eigenschaften sehr großer Wert auf die Montagefreundlichkeit gelegt. Die einzelnen Eigenschaften der Verschraubung werden im Folgenden diskutiert.

Montagefreundlichkeit

Die Euro-Top EMV Verschraubungen ermöglichen eine einfache Montage, die sich kaum vom Anbringen einer normalen Messingverschraubung unterscheidet. Sie weisen entscheidende Vorteile gegenüber den bisher auf dem Markt existierenden EMV-Verschraubungen auf. Das patentierte Kontaktsystem innerhalb der Verschraubung ist zunächst geöffnet und erlaubt damit während der Montage des eingeführten Kabels alle notwendigen Freiheitsgrade: so kann das Kabel durch die speziell geformten Kontaktelemente leicht und ohne Gefahr der Beschädigung des Kabelschirms innerhalb der Euro-Top vor und zurück geschoben werden. Dies ist besonders vorteilhaft während des Anschließens der einzelnen Kabeladern.

Ebenso leicht kann das Kabel innerhalb der Euro-Top gedreht werden, ohne das Schirmgeflecht des Kabels zu beschädigen – wichtig bei der Montage von Steckverbindern. Die einzigartige Mechanik des integrierten Kontaktsystems in der Euro-Top EMV erlaubt diese vollständige Bewegungsfreiheit, ohne Gefahr zu laufen, den Kabelschirm zu beschädigen. Dieser Montagezustand ist im nebenstehenden Bild zu sehen.



Erst mit der Befestigung der Mutter wird das Kabel in der Verschraubung fixiert und zugleich ein sicherer niederohmiger Kontakt mit hohem Anpressdruck zwischen Euro-Top EMV und Kabelschirm hergestellt (siehe linkes Bild). Gleichzeitig wird die Schutzart IP 68 und eine Zugentlastung nach EN 50262 erreicht.



Das durchgeführte Kabel kann mit der bei den Euro-Top EMV Verschraubungen angewandten Kontaktierung nicht nur am Kabelende kontaktiert werden, sondern auch bei Weiterführung des Kabels innerhalb des Gehäuses. Dazu muss - wie im untenstehenden Bild gezeigt – der Kabelmantel nur für ein kurzes Stück innerhalb der Verschraubung entfernt werden.



Die leichte Handhabung der Euro-Top EMV Verschraubungen erspart viel Zeit und damit wesentliche Montagekosten.

Abschirmverhalten

Möchte man das Abschirmverhalten einer Kabelverschraubung messen, muss immer das Gesamtsystem Kabel – Verschraubung – Gehäuse betrachtet werden. Während für das Teilsystem Gehäuse die IEC-Norm 6100-5-7:2001 als Prüfkriterium herangezogen werden kann, muss man für die Schirmqualität von Kabelverschraubungen in Gehäusen auf eine Norm aus der Wehrtechnik zurückgreifen: nach den Prüfvorschriften der VG 95373 Teil 40 (eigentlich Messverfahren für geschirmte Steckverbinder) wird die Schirmdämpfung des Systems nach der Triaxialmethode gemessen. Triaxialmethode deshalb, weil das Schirmverhalten der geschirmten Leitung mit angeschlossener Verschraubung in einem geschlossenen Messrohr betrachtet wird, wir also ein „Koaxialkabel im Koaxialkabel“ vorfinden.

Die Messmethode beruht auf einer Relativmessung, d.h. man betrachtet den Einfluß der Verschraubung auf die proprietären Schirmeigenschaften der eingesetzten Leitung über einen weiten Frequenzbereich von z.B. 10 Hz bis 100 MHz. Durch den Einsatz der Verschraubung darf es keine signifikante Verschlechterung der Schirmdämpfung und Kopplungswiderstandswerte des Gesamtsystems geben. Damit wird auch sofort der Nachteil dieser Methode offensichtlich: die absoluten Messwerte sind im wesentlichen von der Schirmqualität des verwendeten Kabels abhängig. Die Messergebnisse der Euro-Top EMV Verschraubung sind in der untenstehenden Abbildung dargestellt. Das Diagramm zeigt den Frequenzgang von 10 kHz bis 100 MHz, gemessen vom akkreditierten Prüflabor des VDE.

Es ist gut zu erkennen, dass beide Kurven fast identisch sind und erst bei sehr hohen Frequenzen eine leichte Abweichung auftritt.



Aus der Schirmdämpfung in Abhängigkeit von der Frequenz kann direkt der Kopplungswiderstand in $[Ohm/m]$ berechnet werden. Diese Größe ist für den Praktiker wesentlich hilfreicher, besagt sie doch, wie groß der elektrische Widerstand zwischen Kabel und Gehäuse in Abhängigkeit der Frequenz ist: je geringer der Widerstand, desto besser wird eine vorhandene Ladung auf dem Kabelschirm über das Gehäuse abgeleitet. Eine niederohmige Ankopplung über den gesamten Frequenzbereich sorgt also dafür, dass durch elektromagnetische Felder induzierte Ladungen auf dem Kabelschirm keinen Schaden am System anrichten können. Die im Diagramm gezeigten Dämpfungswerte von -50dB bis -90dB entsprechen Dämpfungen um den Faktor 300 bei hohen Frequenzen bis zum Faktor 30.000 bei niedrigen Frequenzen.

Von unabhängigen Prüflabors durchgeführte Vergleichsmessungen der Euro-Top EMV Verschraubung mit anderen Verschraubungen, die arbeitsintensive Methoden der Schirmauflegung benutzen, zeigten, dass die Abschirmqualität identisch ist, d.h., dass mit der Euro-Top gleiche oder sogar bessere Abschirmwerte erreicht werden und dies mit wesentlich weniger Installationsaufwand.

Neben der hohen Schirmdämpfung weist die Euro-Top EMV weitere hervorragende elektrische Eigenschaften auf. Die Dimensionierung der Kontaktelemente zusammen mit der niederohmigen Kontaktierung erlauben es, hohe elektrische Ströme im DC- und niedrigen AC-Bereich (50 Hz) abzuleiten. Damit können Erdpotentialdifferenzen ausgeglichen werden und die Euro-Top EMV Verschraubungen auch als Erdungsverschraubungen eingesetzt werden. Strombelastbarkeitsmessungen (Derating-Kurven) wurden bis zu Stromstärken von 150 A durchgeführt. Dabei wird die Temperaturerhöhung an den Kontaktelementen der Verschraubung über der Stromstärke gemessen. Diese Temperaturerhöhung innerhalb der Euro-Top EMV Verschraubungen bewegte sich dabei bis zu den höchsten angewendeten Stromstärken innerhalb der üblichen Anwendungstemperatur der Verschraubung. Dies weist auf einen sehr guten, niederohmigen Kontakt zwischen Schirmgeflecht des Kabels und der Euro-Top EMV hin.

Mechanische Eigenschaften

Neben der Schutzklasse IP 68 über den gesamten angegebenen Klemmbereich erfüllen die Euro-Top EMV Verschraubungen auch die Zugentlastung des eingeführten Kabels nach EN 50 262, Kategorie A. Sie übersteht in montiertem Zustand Vibrationstests mit Kräfteinwirkungen bis zur dreifachen Erdbeschleunigung und einer Amplitude von 7,5mm über mehrere Stunden, ohne ihre mechanischen und elektromagnetischen Eigenschaften zu verlieren.

Ebenso wurden Schocktests mit bis zur 20fachen Erdbeschleunigung mit den Euro-Top EMV Verschraubungen in montiertem Zustand durchgeführt, ohne dass eine Funktionsstörung oder Beschädigung auftrat.

Der vernickelte Messingkörper der Verschraubung wird den meisten Umwelthanforderungen gerecht und falls dies bei speziellen Anwendungen nicht ausreichen sollte, stehen besondere Oberflächenvergütungen als Sonderprodukte zur Verfügung. Als Systemlieferant liefern wir Ihnen auch gerne komplett vormontierte Gehäuse – speziell auf Ihre Bedürfnisse zugeschnitten. Sprechen Sie uns an!