



Schirmung

Störbeeinflussungen und Schutzmaßnahmen

Fachgerechte Schirmung

Wieso sollte ich schirmen?

Schirmung schützt Ihre Anlagen vor elektromagnetischen Einstrahlungen und Interferenzen sowie die Umwelt vor ausgehenden Störbeeinflussungen. Hierdurch resultieren eine störungsfreie Signalübertragung und Signalverarbeitung und die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) wird optimiert.



Mehr erfahren mit dem Webcode

In dieser Broschüre finden Sie Webcodes: ein Doppelkreuz gefolgt von einer vierstelligen Zahlenkombination.

i Webcode: #1234 (Beispiel)

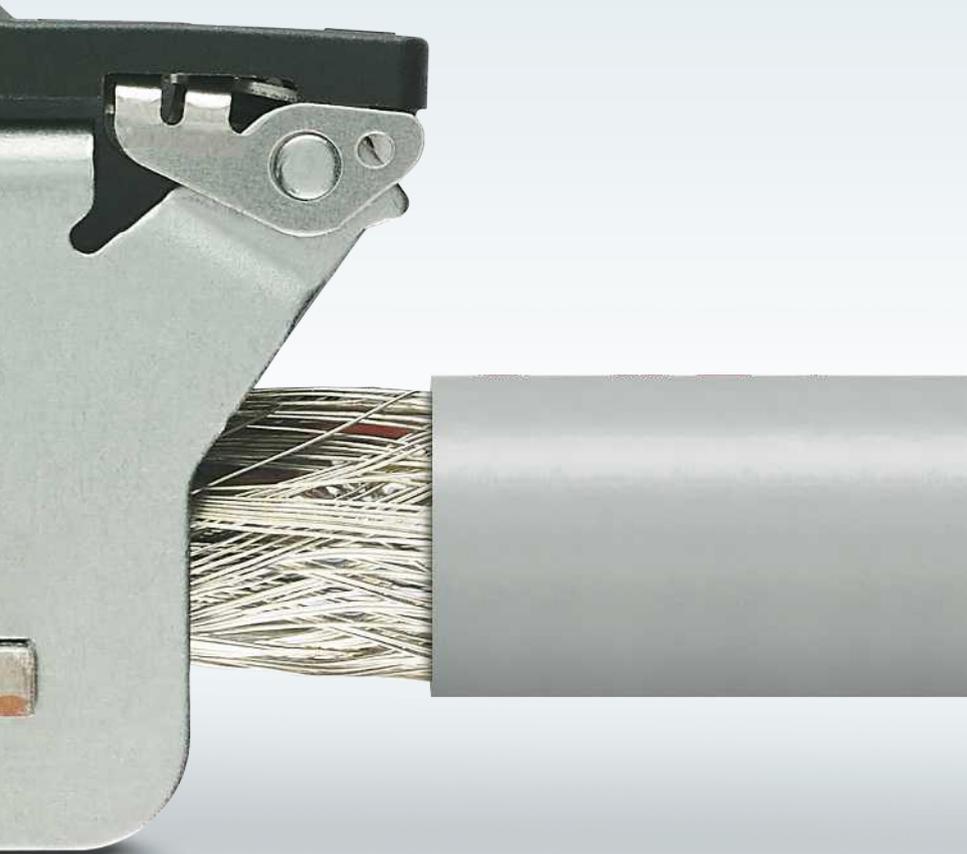
Damit gelangen Sie schnell zu weiteren Informationen auf unserer Webseite.

So einfach geht es:

1. Phoenix Contact-Webseite aufrufen
2. # und Zahlenkombination im Suchfeld eingeben
3. Mehr Informationen und Produktvarianten erhalten

Oder nutzen Sie den Direktlink:

phoenixcontact.net/webcode/#1234



Inhalt

Was ist EMV?	4
Störbeeinflussungen	5
Schirmung	9
SCC-Schirmklemme	16
SK-Schirmklemmen und Schirmungszubehör	18
HEAVYCON schwere Steckverbinder	20
Rundsteckverbinder und Kabel	22

1. Was ist EMV?

1.1 Elektromagnetische Verträglichkeit

Zu Beginn unseres Elektronikzeitalters wurden bei Funkübertragungen oft sogenannte Funk- und Empfangsstörungen beobachtet. Während die Verbreitung elektronischer Geräte in den letzten Jahrzehnten bedeutend zunahm, war zugleich auch eine Verstärkung der oben genannten Störungen zu beobachten. Diese Gegebenheit ließ die Vermutung zu, dass die Geräte selbst die Auslöser dieser Störungen waren. Bei der Untersuchung benachbarter, stromdurchflossener Leiter (+ / -) wurde festgestellt, dass zwischen ihnen Spannungsdifferenzen herrschen. Diese Differenzen führen dazu, dass jedes elektronische Gerät Störstrahlungen aussendet. Durch die Überlagerung unterschiedlicher **Störstrahlungen** verschiedener Geräte vergrößert sich der Gesamtpegel der Störstrahlung. Somit ist ein Schutz aller Geräte vor elektromagnetischen Störstrahlungen notwendig geworden. Die Beeinflussungen durch Störstrahlungen können besonders in der industriellen Prozess- und Fertigungstechnik große Schäden anrichten. Für elektrische MSR- (Mess-, Steuer-, Regel-) Einrichtungen wird daher eine besonders große Störfestigkeit gefordert. Um dies zu gewährleisten, müssen Gerätehersteller für ihre Produkte eine Konformitätserklärung abgeben. Nur wenn Geräte der **EMV-Norm** entsprechen, dürfen sie auf dem Markt etabliert werden.

	1 kHz	10 kHz	100 kHz	1 MHz	10 MHz	100 MHz	1 GHz	
Leuchtstofflampen			█					0,1 MHz ... 3 MHz
Bogenlampen			█					0,1 MHz ... 1 MHz
Rechner, TVE-Gehäuse			█					50 kHz ... 20 MHz
Programmiergeräte								
Signalleitungen			█					0,1 MHz ... 25 MHz
Energieleitungen				█				1 MHz ... 25 MHz
Kontakte			█					50 kHz ... 25 MHz
Schaltnetzteile				█				0,5 MHz ... 25 MHz
Leistungsregelungen		█						2 kHz ... 15 kHz
Magnetanker				█				2 MHz ... 4 MHz
Staubsauger			█					0,1 MHz ... 1 MHz
Harmonische Generatoren						█		30 MHz ... 1 GHz
Bistabile Schaltungen			█					15 kHz ... 400 MHz
Thermoschalter			█					30 kHz ... 300 kHz
Schaltlichtbögen						█		20 MHz ... 200 MHz
Motoren		█						10 KHz ... 400 KHz
Schaltnetzteile				█				0,1 MHz ... 30 MHz
Leistungsschaltanlagen				█				100 kHz ... 300 MHz
Leitungen			█					50 kHz ... 4 MHz

Von Störausstrahlung betroffene Frequenzbereiche verschiedener Geräte.

Europäische EMV-Gesetzgebung

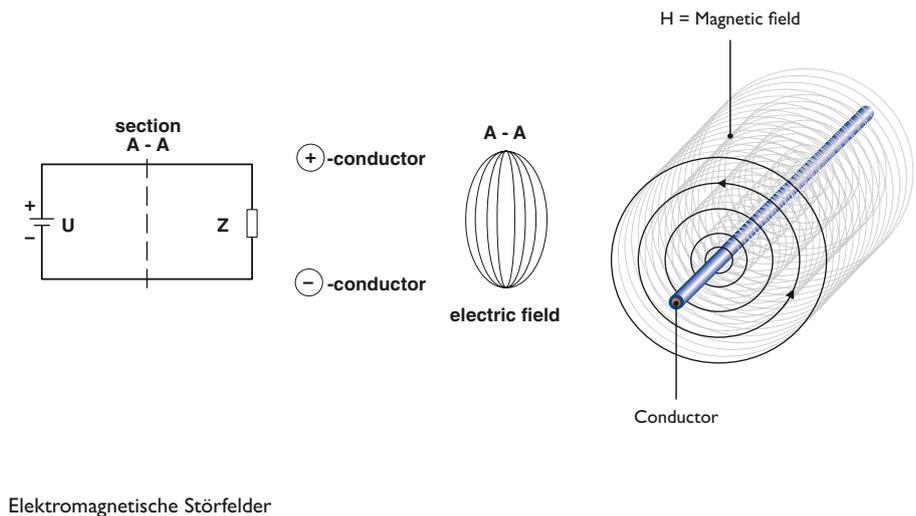
Elektromagnetische Verträglichkeit ist die Fähigkeit eines Geräts, in der elektromagnetischen Umwelt zufriedenstellend zu arbeiten. Dabei darf das Gerät auch selbst keine elektromagnetischen Störungen verursachen, die für andere in dieser Umwelt vorhandene Geräte unannehmbar sind.

1.2 Wie entstehen elektromagnetische Feldstörungen?

Aus einer Spannungsquelle (U) wird über Leitungen der Verbraucher (Z) versorgt. Zwischen den Plus- und Minusleitern entstehen Spannungsdifferenzen, durch die sich ein elektrisches Feld zwischen den Leitern aufbaut.

Um einen stromdurchflossenen Leiter herum entsteht ein magnetisches Feld (H). Dieses magnetische Feld ist aufgrund seiner Stromabhängigkeit zeitlichen Schwankungen unterworfen. Da es in den wenigsten Anwendungen zeitkonstante Ströme gibt, führt dies zu unregelmäßigen, magnetischen Wechselfeldern.

Die Felder werden zu elektromagnetischen Signalen, zu einer Art „Mini-Sender“ und gleichzeitig zum Empfänger. Jeder Leiter ist also in der Lage, andere elektrische und elektronische Geräte in ihrer Funktion negativ zu beeinflussen.



Elektromagnetische Störfelder

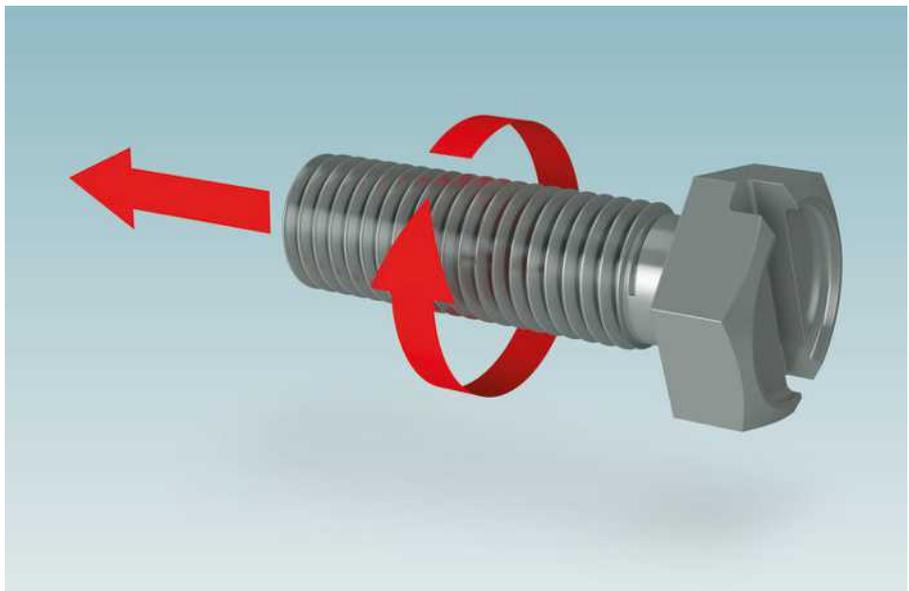
2. Störbeeinflussung

2.1 Beeinflussungsarten

In der Praxis treten oftmals mehrere Störmechanismen gleichzeitig auf. Dabei werden neben Geräten natürlich auch Verbindungsleitungen beeinflusst. Fünf verschiedene Beeinflussungsarten werden unterschieden:

- Galvanische Störbeeinflussung
- Kapazitive Störbeeinflussung
- Induktive Störbeeinflussung
- Wellenstörbeeinflussung
- Strahlungsbeeinflussung

Im Folgenden werden sie und die möglichen Gegenmaßnahmen näher beschrieben.



Schraubenregel für magnetische Felder:

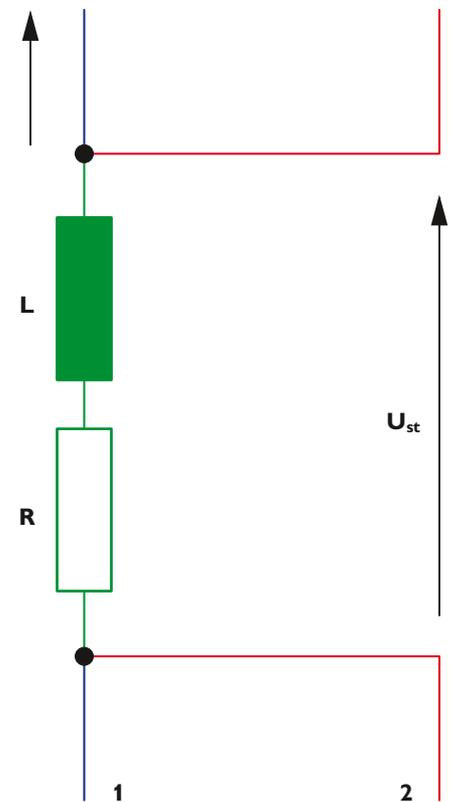
Stellen Sie sich eine Schraube mit Rechtsgewinde vor. Diese Schraube steht für einen Leiter: Der technische Strom fließt immer vom Schraubenkopf (+) zur Schraubenspitze (-). Die Drehrichtung der Schraube gibt somit die Richtung der magnetischen Feldlinie an.

2.2 Galvanische Störbeeinflussung

Wenn zwei Stromkreise ein gemeinsames Leitungsstück benutzen, tritt eine galvanische Störbeeinflussung auf. Dies ist oftmals ein gemeinsamer Bezugs- bzw. Rückleiter. Durch Strom- oder Spannungsschwankungen im ersten Stromkreis (z. B. Schalthandlungen) wird der zweite Kreis beeinflusst. Aber auch falsche Erdungen geschirmter MSR- und DÜ-Kabel können zu galvanischen Beeinflussungen führen.

Gegenmaßnahmen:

- Das gemeinsame Leitungsstück möglichst niederohmig und induktivitätsarm anlegen. Dies wird durch den Einsatz ausreichend großer Leiterquerschnitte erreicht.
- Die Stromkreise so weit wie möglich trennen
- Gemeinsame Zuleitungen möglichst kurz halten
- Verzweigungspunkte möglichst nahe an die Stromquelle heranlegen

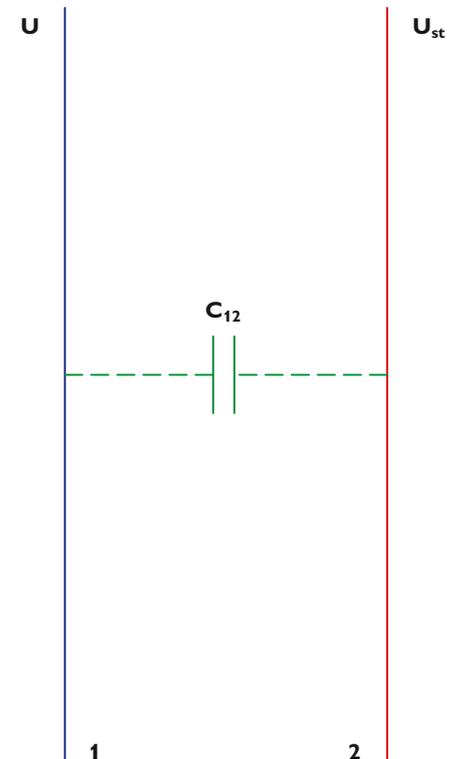


2.3 Kapazitive Störbeeinflussung

Die Störgröße der kapazitiven Störbeeinflussung ist die elektrische Spannung. Kapazitive Störbeeinflussungen werden von elektrischen Wechselfeldern eines Systems verursacht, die als Störer wirken. Das typische Beispiel für eine kapazitive Störbeeinflussung sind zwei über eine längere Strecke parallel verlegte Leitungen, die sich wie zwei gegenüberliegende Kondensatorplatten verhalten und in dieser Funktion für hochfrequente Signale einen Kurzschluss darstellen.

Gegenmaßnahmen:

- Parallele Verlegung weitestgehend vermeiden bzw. so kurz wie möglich halten
- Möglichst große Abstände zwischen Störer und gestörter Leitung herstellen (Mindestabstand 60 - 100 cm)
- Verwendung geschirmter DÜ- und MSR-Leitungen (Schirm einseitig aufgelegt)
- Verwendung von paarig verdrehten Leitungen



2.4 Induktive Störbeeinflussung

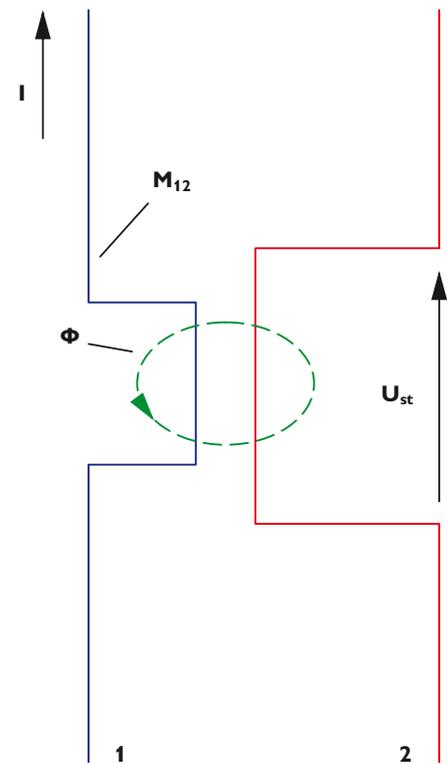
Ursache für eine induktive Störbeeinflussung ist ein magnetisches Wechselfeld. Um einen stromdurchflossenen Leiter bildet sich ein Magnetfeld aus, das auch benachbarte Leiter durchdringt. Eine Stromänderung bewirkt ebenfalls eine Änderung des Magnetfelds, wodurch dann eine Spannung in den benachbarten Leiter induziert wird.

Beispiel:

Wenn zwei Leitungen auf 100 m in einem Abstand von 30 cm parallel zueinander liegen und beträgt der Strom durch den störenden Leiter 100 A (50 Hz), wird in den gestörten Leiter eine Spannung von ca. 0,3 mV induziert. Bei gleicher Anordnung, jedoch einer Stromänderung von 1 kA in 100 μ s, wird eine Spannung von ca. 90 mV induziert. Je schneller und größer eine Stromänderung ist, desto höher ist die induzierte Spannung.

Gegenmaßnahmen:

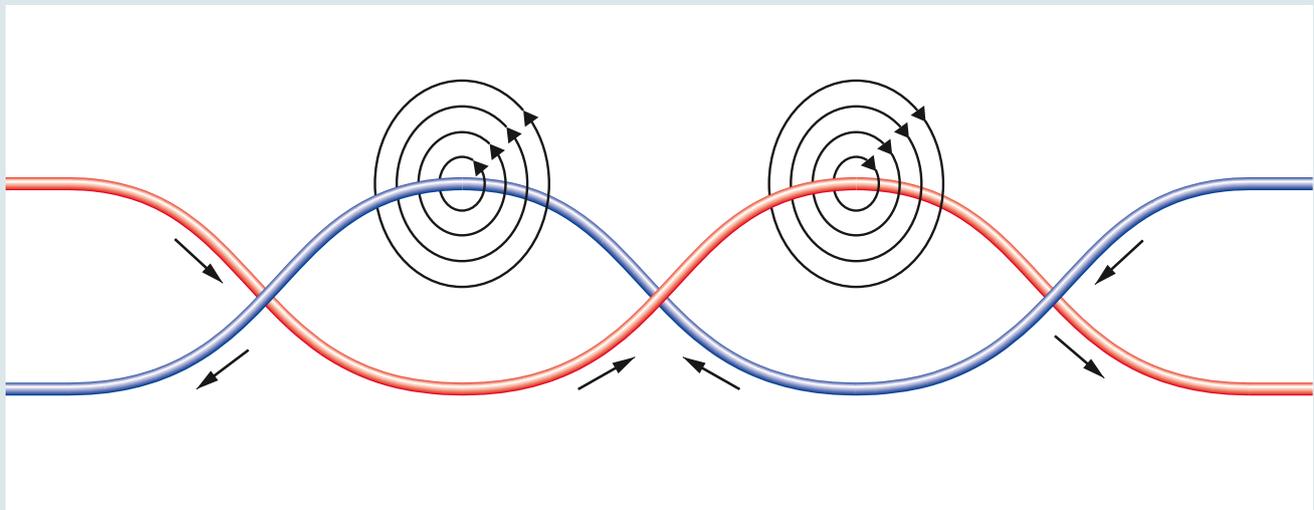
- Abstand zwischen Starkstromkabeln und DÜ- und MSR-Kabeln sollte mindestens 1 m betragen
- Parallelführungen sollten so kurz wie möglich sein
- Durch die Verwendung verdrehter Leitungen kann sich die induktive Beeinflussung ca. um den Faktor 20 verringern
- Verwendung von geschirmten, beidseitig aufgelegten Leitungen



Verdrillte Leitungen?

Die Verwendung von verdrehten Leitungen verringert die induktive Störbeeinflussung, da sich die Induktionsrichtung durch das Verdrehen der Adern gegenüber dem Störfeld ständig umkehrt. Um Kopplungen zu vermeiden, werden benachbarte Paare in

einer DÜ- oder MSR-Leitung mit unterschiedlichen Schlaglängen angeordnet. Typisch sind Schlaglängen von 30 bis 50 mm. Bei Starkstromkabeln beträgt die Schlaglänge je nach Leiterquerschnitt zwischen 200 und 900 mm.

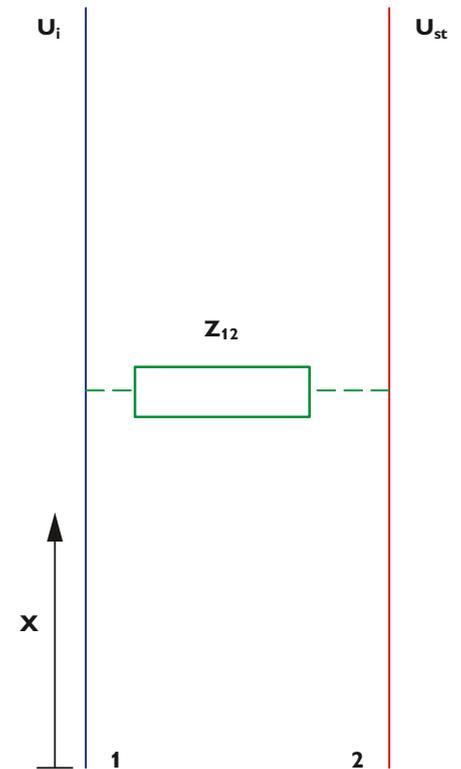


2.5 Wellenstörbeeinflussung

Unter der Wellenstörbeeinflussung werden leitungsgebundene Wellen oder Impulse verstanden, die auf benachbarte DÜ- und MSR-Leitungen übergreifen. Außerdem entsteht eine Wellenstörbeeinflussung durch das Übergreifen von einem Leitungskreis auf einen anderen innerhalb eines Kabels. Bei der galvanischen, kapazitiven und induktiven Störbeeinflussung wird die Laufzeit der elektrischen Signale auf der störenden und der gestörten Leitung vernachlässigt. In Sonderfällen kann es dazu kommen, dass die Wellenlänge der Störfrequenz in die Größenordnung der Leitungslängen kommt. Sollte dieser Fall eintreten, muss auch hier der Effekt berücksichtigt werden.

Gegenmaßnahmen:

- Kabel mit geschirmten Paaren und Gesamtschirm verwenden
- Im gesamten Leitungszug Fehlanpassungen vermeiden
- Signale mit sehr hohem Niveau nicht im selben Kabel mit Signalen mit sehr niedrigem Niveau führen
- Kabel mit hoher Reflexionsfreiheit, geringer Dämpfung und geringer Kapazität verwenden

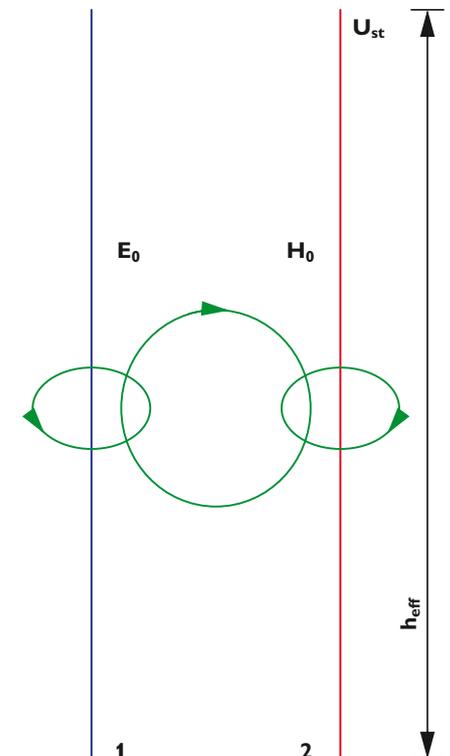


2.6 Strahlungsstörbeeinflussung

Von einem Störer können auch leitungsfreie elektromagnetische Wellen auf Anlagen und Leitungen einwirken. Störer ist die freie Welle H_0 , E_0 . Im Nahfeld kann je nach Störtyp das elektrische oder das magnetische Feld überwiegen. Hohe Ströme erzeugen überwiegend ein magnetisches Feld, hohe Spannungen ein überwiegend elektrisches Feld. Die Hochfrequenz-Störenergie breitet sich über Leitungen aus, die an der Störquelle angeschlossen sind und eine direkte Abstrahlung (>30 MHz) ermöglichen. Außerdem können benachbarte leistungsstarke Sendestellen hohe Feldstärken am Ort der Kabelanlage verursachen und störend auf Kabel einwirken. In Industriebetrieben entstehen die weitaus größten Störungen beim Abschalten induktiver Lasten. Die bei diesem Vorgang entstehenden großen, hochfrequenten Spannungssprünge werden als „Bursts“ bezeichnet. Bursts haben Frequenzspektren bis 100 MHz.

Gegenmaßnahmen:

- Im Fern- und Nahfeld Schirme mit hohen Absorptions- und Reflexionsvermögen einsetzen (Kupfer oder Aluminium). Hierbei sollten leitfähige und möglichst vollkommen geschlossene Schirme mit niedrigem Kopplungswiderstand und günstigen Schirmdämpfungswerten eingesetzt werden.
- Bei einem überwiegend magnetischen Nahfeld, insbesondere bei tiefen Frequenzen sollte zusätzlich mit Mu-Metall oder einem amorphen Metall geschirmt werden



3. Schirmung

3.1 Geschirmte Leitungen

Bei der Betrachtung der möglichen Störeinflüsse und deren Gegenmaßnahmen wird deutlich, dass der Schirmung von Leitungen und der Schirmanbindung eine besondere Rolle zufällt. Leitungsschirme bestehen oftmals aus nicht magnetischen Materialien wie Kupfer oder Aluminium. Seltener wird Eisen oder Stahl eingesetzt, in besonderen Fällen wird Mu-Metall verwendet. Die gängigen Schirme für Leitungen und Kabel sind geflochtene Einzelschirme, die aus zwei im Gegensinn laufenden und miteinander verwobenen Sätzen von Drähten aufgebaut werden. Die Dichte und die Stärke des Geflechts sind dabei die Qualitätsmerkmale des Schirms.

Hierbei ist wichtig, dass der Schirm eine möglichst große Fläche des zu schützenden Leiters bedeckt und Störbeeinflussungen verhindert. Eine optische Schirmüberdeckung unterhalb von 75 % wird als unzureichend angesehen. Besonders in hohen Frequenzbereichen sollte auf eine Schirmüberdeckung von mindestens 85 % geachtet werden. Bei besonders kritischen Anwendungen werden verschiedene Schirmkonzepte miteinander kombiniert. So ist es bei Leitungen ab 500 MHz Übertragungsfrequenz üblich, Geflecht und Folienchirme gemeinsam zu nutzen.



Zuverlässig geschirmte Leitungen für die Signal-, Daten- und Leistungsübertragung

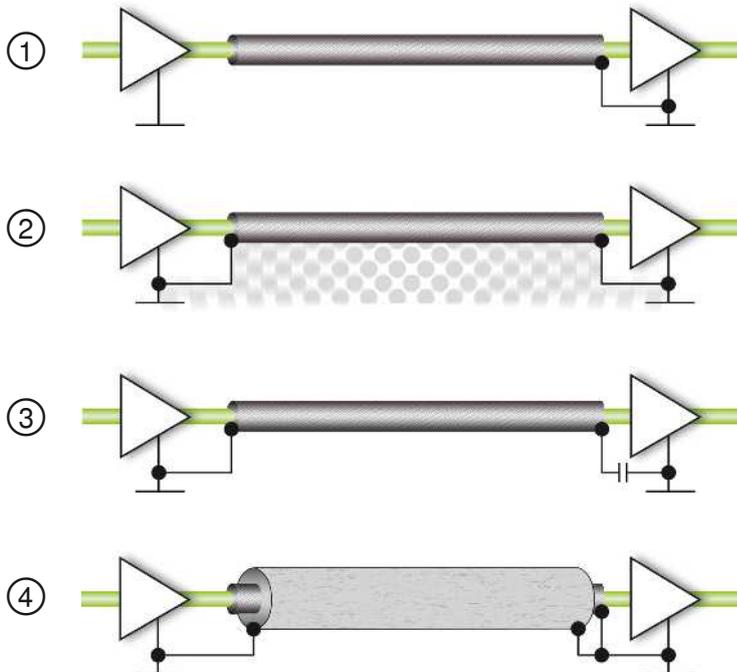
3.2 Schirmanbindung

Die Art der Schirmanbindung richtet sich in erster Linie nach der zu erwartenden Störbeeinflussung.

Zur Unterdrückung von elektrischen Feldern ist eine einseitige Erdung (1) des Schirms notwendig. Störungen aufgrund eines magnetischen Wechselfelds werden dagegen nur unterdrückt, wenn der Schirm beidseitig aufgelegt ist. Bei einer beidseitigen Schirmauflage (2) entsteht aber eine Erdschleife mit ihren bekannten Nachteilen.

Insbesondere die galvanischen Störungen entlang des Bezugspotenzials beeinflussen das Nutzsignal und verschlechtern die Schirmwirkung. Abhilfe kann hier der Einsatz von Triaxialkabeln (4) schaffen, wobei der innere Schirm einseitig, der äußere Schirm beidseitig angeschlossen wird. Zur Minderung von galvanischen Störeinflüssen bei einem beidseitig angeschlossenen Leitungsschirm wird oftmals auch eine Seite über einen Kondensator mit dem Bezugspotenzial

verbunden (3). Dies unterbricht die Erdschleife zumindest für Gleich- und niederfrequente Ströme.



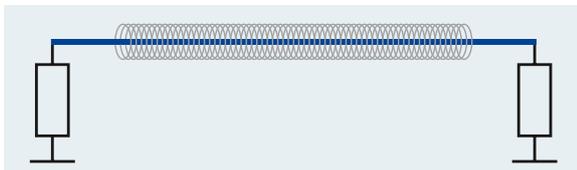
Erdschleife

Unter einer Erdschleife versteht man eine Anordnung, bei der das Bezugspotenzial zu einem Ring geschlossen ist. (siehe Seite 12)

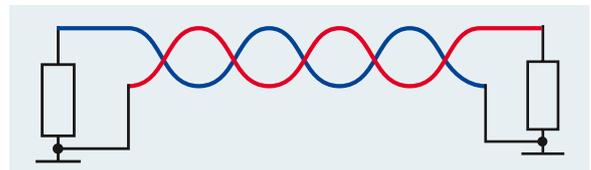
3.3 Effektivität von Schutzmaßnahmen

Zur Verdeutlichung der Effektivität von Maßnahmen zum Schutz gegen Störbeeinflussungen dient das folgende Beispiel. Die gezeigte Anordnung wird einem magnetischen Wechselfeld mit 50 kHz auf einer Länge von 2 m ausgesetzt. Die am Ausgang gemessene Störspannung wird dabei in Relation zu der Störspannung bei nicht angeschlossenem Leiterschirm (1) 0 dB angegeben. Bei einem einseitig angeschlossenen Schirm (2) ergibt sich keine Verbesserung, da er bei magnetischen Störungen nicht wirkt. Ein beidseitig angeschlossener Schirm wie in Bild 3 dämpft das Störfeld um

ca. 25 dB. Die verdrehte Leitung (20 Schläge /m) zeigt in der Anordnung (4) bereits ohne Schirmung eine geringere Störanfälligkeit (ca. 10 dB), was durch die kompensierende Wirkung der Leiterschlaufen erreicht wird. Der dann einseitig angeschlossene Schirm (5) zeigt wieder keine Verbesserung. Erst der beidseitig angeschlossene Schirm in Anordnung (6) verbessert die Dämpfung auf ca. 30 dB.



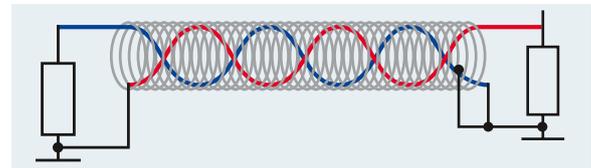
1 Shielding attenuation 0 dB



4 Shielding attenuation 10 dB



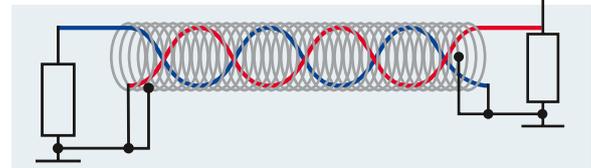
2 Shielding attenuation 0 dB



5 Shielding attenuation 10 dB



3 Shielding attenuation 25 dB



6 Shielding attenuation 30 dB

Schirmauflagen gegen elektrische Störbeeinflussungen

3.4 Schirmanbindung in der Praxis

Die Schirme von DÜ- bzw. MSR-Leitungen müssen direkt nach dem Schaltschrank-eintritt mit der Gehäuseerde verbunden werden. An diesem Punkt des Schaltschranks ist der Platz durch die Vielzahl der ankommenden Kabel und Leitungen knapp bemessen. Nur ein Schirmklemmensystem, das eine Verdrahtung vor der Schirmanbindung erlaubt, bietet deutliche Vorteile. Die nachträgliche Montage der Schirmklemmen erleichtert bei Platzmangel die Arbeit und verkürzt somit den Schaltschrankaufbau.

Ein Schirmklemmensystem besteht aus:

- Schirmklemme
- Sammelschiene und
- Sammelschienenhalter

Die Schirmklemme übernimmt die Aufgabe, den Kabelschirm mechanisch und elektrisch

mit der Sammelschiene zu verbinden. Die Größe der verwendeten Schirmklemmen ist dabei vom Durchmesser des eingesetzten Kabels abhängig. Die Art der Schirmauflage bestimmt die Wahl des Sammelschienenhalters, der entweder einen direkten Kontakt zur Gehäuseerde hergestellt oder das Schirmklemmensystem zum Gehäuse hin isoliert.



Schirmungsaufbau

3.5 Direkte Erdung oder isolierter Aufbau

Wie zuvor erwähnt, entscheidet die Art der Schirmauflage, ob ein direkt zum PE-Potenzial kontaktierender oder ein isolierter Aufbau gewählt wird. Ein isolierter Aufbau ist z. B. dann notwendig, wenn aufgrund der zu erwartenden Störbeeinflussung, die PE-Anbindung sternförmig auf einen Bezugspunkt im Schaltschrank geführt werden muss (siehe Seite 12). In diesem Fall ist der eigentliche Auflagepunkt (Sternpunkt) weiter vom Punkt der Schirmauflage entfernt als bei einem Direktanschluss. Der Kabelschirm wird nicht mehr über den Sammelschienenhalter oder die Tragschiene verbunden. Sondern die Verbindung wird mittels einer Abgriffklemme und einer Leitung mit dem

Schaltschrank-PE verbunden. Der für diese Verbindung verwendete Leiterquerschnitt sollte dabei nicht zu knapp bemessen sein. Dadurch wird der später noch beschriebene Kopplungswiderstand so gering wie möglich gehalten.



Kontaktierung zur Sammelschiene

3.6 Fließeffekte

Ein weiterer wichtiger Aspekt beim Anschluss von Kabel- und Leitungsschirmen sind Fließeffekte von Kabeln und Leitungen. Unter dem Druck der Schirmanschlussklemme fließt vor allem der Kunststoff der Isolierung in die seitlich verbleibenden, bis dahin noch nicht ausgefüllten Räume. Dem wirkt ein federndes Druckstück entgegen, das diesen Effekt wieder ausgleicht.

Damit der Kabelschirm jederzeit ausreichend fest an die Sammelschiene gedrückt wird und somit einen dauerhaft guten Kontakt gewährleistet, darf die Federwirkung nicht zu weich sein.



Schirmklemmen SCC und SK

3.7 Niederimpedante Schirmanbindung

Die Qualität einer Schirmanbindung spiegelt sich in der Höhe des Übergangswiderstands zwischen Kabelschirm und Systemerde wider. Mit Ausnahme der galvanischen Störbeeinflussung sind alle anderen Arten von Störungen in irgendeiner Weise frequenzbehaftet. Daher reicht die Betrachtung des rein ohmschen Übergangswiderstands nicht aus. Eine große Rolle spielt auch der induktive Blindwiderstand einer Schirmanbindung, der maßgeblich von der Länge der Strecke zwischen Kabelschirm und Bezugs Erde abhängt. Man spricht hier von der Kopplungsimpedanz der Schirmanbindung, die als frequenzabhängige Kurve dargestellt wird. Eine besonders kurze Anbindung wird durch den Einsatz von direkt kontaktierenden Sammelschienenhaltern erreicht. Bei längeren Sammelschienen wird die Strecke zur Gehäuseerde verkürzt, indem man nicht nur an den Enden der Sammelschiene, sondern auch auf der ganzen Länge verteilt direkt kontaktierende Sammelschienenhalter einsetzt. Wird aufgrund der zu erwartenden Störbeeinflussung ein isolierter Aufbau gewählt, kann die in dem Fall längere Verbindung zwischen

Kabelschirm und Erde teilweise durch einen entsprechend größeren Leitungsquerschnitt ausgeglichen werden. Eine niederimpedante Anbindung ist aber immer auch eine niederohmige Verbindung. Aus diesem Grund muss eine ausreichend große Kraft auf die mechanischen Kontaktstellen ausgeübt werden. Auch die Verwendung von oberflächenveredelten Metallteilen trägt maßgeblich zu einer niederimpedanten Verbindung bei. Dies liegt daran, dass die Metalle das Anlaufen und die Korrosion auch in aggressiven Atmosphären verhindern.

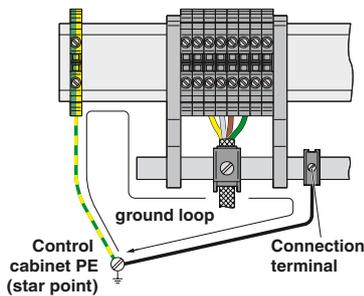


Bild 1 zeigt eine Schirmanbindung mit einer vermeidbaren Erdschleife. Je größer die Erdschleife ist, desto größer ist auch die induzierte Störspannung.

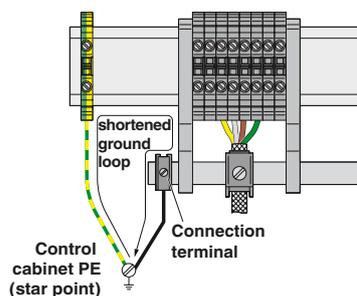


Bild 2: Durch eine Verschiebung der Abgriffklemme auf der Sammelschiene wird die Erdschleife bereits deutlich verkleinert.

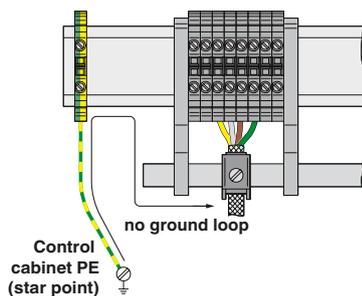


Bild 3: Die Verbindung des Schirmkabels mit der Erde läuft hier über die Tragschiene. Der Aufbau dieser Erdung ist korrekt.

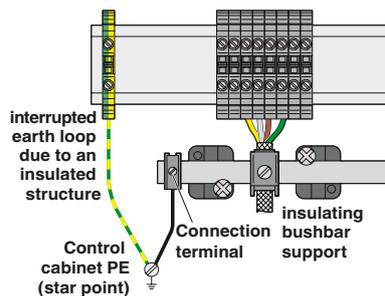


Bild 4 zeigt die optimale Erdung. Durch den sternförmigen Aufbau wird hier keine Erdschleife aufgebaut. Das Resultat ist eine störungsfrei laufende Anlage.

Begriffserklärung

Elektromagnetische Umgebung:

Gesamtheit der elektromagnetischen Phänomene, die an einem gegebenen Ort existieren. Diese Gesamtheit lässt sich durch eine Auflistung und Charakterisierung der am Betrachtungsort wirkenden Störquellen und Störgrößen beschreiben.

Störgröße:

Störgrößen sind elektromagnetische Größen. Diese Größen können in einer elektrischen Einrichtung einen unerwünschten Effekt (Funktionsstörung, Alterung, Zerstörung u. a.) hervorrufen.

Störquelle:

Störquellen sind der Ursprung von Störgrößen (Gerät oder physikalischer Vorgang).

Störsenke:

Elektrische Einrichtung (Baustein, Baugruppe, Gerät, Anlagenteil, Anlage) deren Funktionsfähigkeit durch das Einwirken von Störgrößen beeinträchtigt werden kann.

Störemission, Störaussendung:

Das Aussenden von Störgrößen bzw. von elektromagnetischer Störenergie.

Koppelmechanismus:

Physikalischer Mechanismus, über den Störgrößen, ausgehend von Störquellen, auf Störsenken einwirken.

Elektromagnetische Störbeeinflussungen:

Die nicht beabsichtigten elektromagnetischen Wirkungen von einzelnen Systemelementen aufeinander.

3.8 Die Kopplungsimpedanz der Schirmklemmensysteme

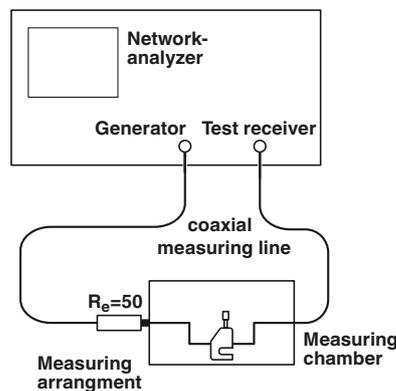
Um die Qualität von Schirmanbindungen zu beurteilen, werden für Schirmauflagesysteme die Kopplungsimpedanzen als Funktion der Frequenz in Kurvenform dargestellt. Anhand solcher Kurven wird die starke Frequenzabhängigkeit der Kopplungsimpedanz deutlich. Je nach Höhe des induktiven Anteils der Kopplungsimpedanz ist die Kurve zu hohen Frequenzen hin, mehr oder weniger steil. Das bedeutet, die Länge der Schirmanbindung geht direkt in die Kurve

ein, da sie maßgeblich von dem induktiven Widerstandsanteil bestimmt wird. Der ohmsche Anteil der Impedanz findet sich in der Höhe der Kurve wieder. Da erst bei sehr hohen Frequenzen erkennbare Unterschiede zwischen Kupfer-, Stahl- und Aluminiumtragschienen auftreten, ist das Material der Tragschiene nicht ausschlaggebend für die Qualität der Schirmanbindung. Allerdings ist beim Einsatz von Kupfertragschienen zu beachten, dass die Oberfläche schnell an-

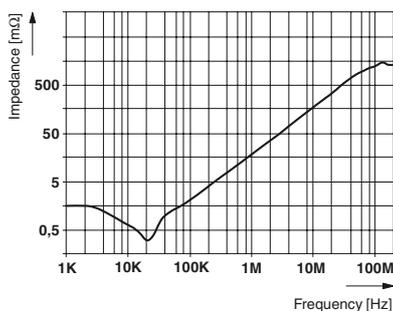
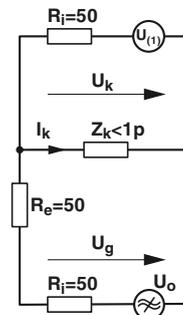
läuft. Bei Aluminium bildet sich sehr schnell eine Oxidschicht. Beides kann die Qualität der Schirmanbindung beeinträchtigen.

3.9 Die Messmethode der Kopplungsimpedanz

Um das Ergebnis nicht zu verfälschen, ist bei der Messung der Kopplungsimpedanz eines Schirmanchlussystems zu beachten, dass äußere Einflüsse ausgeschaltet sind. Deshalb muss für die Messung ein in sich geschlossenes, nach außen hin geschirmtes koaxiales System verwendet werden. Als Messgerät dient ein Network-Analyzer, der die Dämpfung in Abhängigkeit von der Frequenz aufzeichnet. Durch eine einfache Umrechnung lässt sich die Dämpfungskurve in eine Impedanzkurve umwandeln. Zunächst wird das Messsystem aber ohne eingesetzte Schirmklemme zu Null kalibriert. Hierdurch werden auch durch das Messsystem selbst verursachte Fehler ausgeglichen. Erst danach wird die Kopplungsimpedanz mit eingesetzter Schirmklemme aufgenommen. Der Innenwiderstand des Messempfängers beträgt dabei $R = 50 \Omega$ und ist somit wesentlich größer als die zu messende Kopplungsimpedanz ($Z_k \ll 1 \Omega$). Dadurch wird der Strom I_k mit sehr großer Annäherung nur durch die Generatorspannung U_g und R_i bestimmt. Beide sind konstant, somit auch I_k . Der über Z_k sozusagen verlustfrei gemessene Spannungsfall U_k ist proportional zu Z_k .



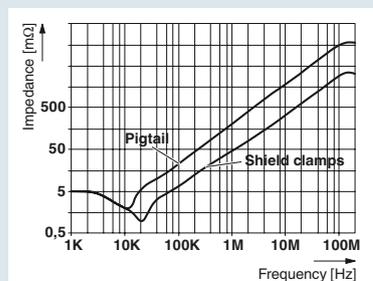
Messaufbau für die Messung der Kopplungsimpedanz



Schirmdämpfungskurve

Pigtail

Der Pigtail unterstützt nicht die EMV-gerechte Verkabelung. Der Kabelschirm wird bei diesem Schirmungsaufbau zu einem zusätzlichen Draht verdreht und an der Erde bzw. der Geräteabschirmung angeschlossen. Die Problematik dieser Methode ist, dass durch das verdrehte Schirmgeflecht eine zusätzliche Antenne entsteht, was der eigentlichen Schirmungsabsicht entgegen wirkt.



3.10 Geschirmte Steckverbinder

Die bislang betrachteten Maßnahmen zur Schirmanbindung mithilfe der Schirmklemmen eignen sich nur zum Ableiten von Störungen, die auf dem Verlegungsweg „eingesammelt“ werden. Der Schaltschrank mit dem Schirmauflagepunkt steht dabei in einem Bereich mit geringer oder keiner Störbeeinflussung. Soll eine geschirmte Leitung in einen Schaltschrank oder ein Gerät führen, das selbst starken Störungen ausgesetzt ist, muss anders verfahren werden. Jetzt müssen nicht nur die Leitungen, sondern auch der komplette Schaltschrank mit einem Schirm umgeben werden. Genauso wie bei den Kabeln und Leitungen gilt auch hier, eine möglichst dichte und geschlossene Bedeckung zu erreichen. Ausgangspunkt dafür ist ein Metallgehäuse oder ein speziell für EMV-Anwendungen entwickelter Schaltschrank. Dabei dürfen natürlich auch Kabeleinführungen und Steckverbinder keine neuen Lücken im ansonsten geschlossenen Schirmsystem schaffen. Deshalb wurden für geschirmte Kabel entsprechende Steckverbinder entwickelt, die den Kabelschirm geschlossen über ihr Gehäuse mit der Schaltschrankwand oder dem Gerät verbinden. Sowohl für den Aufbau als auch für den Anschluss des Steckers bedeutet dies einen Mehraufwand. Doch beides zahlt sich später durch einen störungsfreien Betrieb der Anlage aus.



Zuverlässig geschützt vom Feld bis in den Schaltschrank mit HEAVYCON-Industriesteckverbindern

SCC-Schirmklemme

Optimale Schirmdämpfung, einfache Montage

Die Schirmklemmen SCC ermöglichen Ihnen eine optimale Schirmung mittels werkzeugloser Einhandmontage. Die Schirmklemmen sind in vier Varianten erhältlich und ermöglichen so eine durchgängige Schirmung für Kabeldurchmesser von 2 bis 20 mm.

 Webcode: #0845



Sicherer Anschluss

Der Schirmanschluss ist ermüdungsarm durchführbar. Die bei der Montage nicht unter Druck stehende Kontaktfeder ermöglicht einen sicheren und schnellen Anschluss.



Einfaches Öffnen

Die Schirmklemmen lassen sich schnell und ohne großen Kraftaufwand lösen. Hierzu benötigen Sie lediglich einen Standardschraubendreher.



Hohe Kontaktqualität

Das Design der Kontaktfeder garantiert eine reproduzierbare und langzeitstabile Kontaktqualität. Die Feder zentriert den Leiter und kompensiert Setzungserscheinungen.



Geringe Übertragungsimpedanz

Aufgrund der direkten, großflächigen und niederohmigen Kontaktauflage zur Neutralleiter-Sammelschiene unterstützen die Schirmklemmen eine geringe Übertragungsimpedanz.



Übersichtliche Verkabelung

Eine eindeutige Markierung auf dem Klemmbügel ermöglicht eine schaltplangerechte Zuordnung der Kabel.



Montagearten

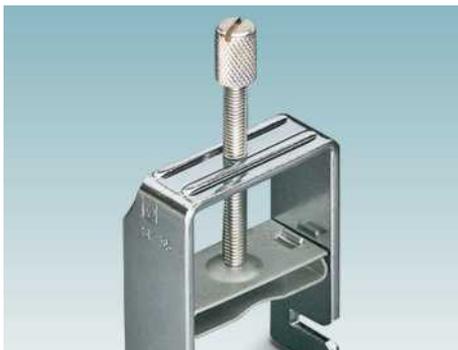
Die drei Montagearten Neutralleiter-Sammelschiene, Tragschienen- und Direktmontage bieten Ihnen eine hohe Flexibilität im Schirmungsaufbau.

SK-Schirmklemmen und Schirmungszubehör

Die Schirmklemmen SK sind für unterschiedliche Kabeldurchmesser erhältlich. Die Durchmesser sind so konzipiert, dass sie übergreifend alle Kabeldurchmesser von 2 bis 35 mm bedienen können.

Das Schirmungszubehör besteht aus unterschiedlichen Auflageböcken, Anschlussklemmen, Neutralleiter-Sammelschienen sowie Markierungszubehör.

 Webcode: #0845



Einfaches Festklemmen der Kabel

Mithilfe der Rändelschraube werden die Kabel festgeklemmt. Der Schlitz am oberen Ende der Rändelschraube ermöglicht ein höheres Drehmoment unter Benutzung eines Standardschraubendrehers.



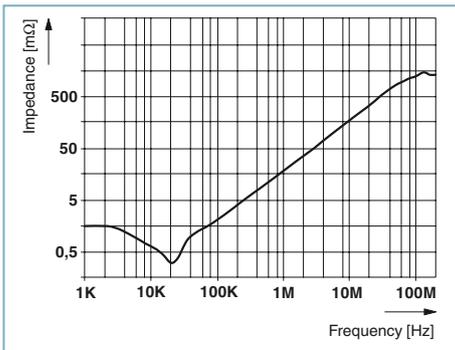
Einfache Montage

Die Sammelschienen- und Direktmontage ermöglicht einen einfachen Schirmungsaufbau.



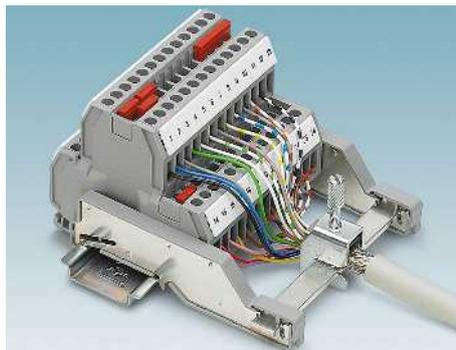
Federndes, großflächiges Druckstück

Das Druckstück ermöglicht eine optimale Klemmung der Kabel. Durch die Elastizität und die daraus resultierende Anpassungsfähigkeit wird eine hohe Kontaktqualität garantiert.



Optimale Schirmdämpfung

Die großflächige Kontaktauflage der SK-Klemmen ermöglicht, wie auch bei den SCC-Klemmen, eine optimale Schirmdämpfung.



Auflageböcke

Die verschiedenen Auflageböcke ermöglichen die einfache und kompakte Schirmklemmenmontage auf der Neutralleiter-Sammelschiene.



Kompakte Anschlussklemmen

Mit den Anschlussklemmen AKG verbinden Sie Ihre Neutralleiter-Sammelschiene problemlos mit dem Schutzleiter des Schaltschranks.

HEAVYCON schwere Steckverbinder

Kompatibel stecken, flexibel kombinieren

HEAVYCON schwere Steckverbinder schützen Ihre Schnittstellen und gewährleisten auch unter härtesten Bedingungen eine sichere Übertragung von Energie, Daten und Signalen.

Alle Metallgehäuse sind durch leitfähige Oberflächen und Dichtungen EMC ready. Sie widerstehen Vibrationen, hohen mechanischen Belastungen und sind dicht bis Schutzart IP69K.

 Webcode: #0002



Flexibler Kabelabgang

Dank dem flexiblen Bajonettverschluss der Gehäusebaureihe HEAVYCON EVO können Sie die Kabelabgangsrichtung vor Ort festlegen und im Nachhinein wieder ändern.



Platz sparen ohne Anbaugehäuse

Bei HEAVYCON ADVANCE können Sie auf das übliche Anbaugehäuse auf der Geräteseite verzichten. Damit sind die Gehäuse besonders langlebig, robust und platzsparend.



Alles in einem Gehäuse

Mit HEAVYCON modular stellen Sie sich Ihren Steckverbinder individuell zusammen. Kombinieren Sie Kontakteinsätze für die Leistungs-, Signal- und Datenübertragung in einem Gehäuse.



Bewährtes Produktprogramm

Die HEAVYCON Metallgehäuse bestehen aus besonders korrosionsfestem, leitfähigem Aluminiumdruckguss und gewährleisten einen zuverlässigen EMV-Schutz. Unterschiedliche Baugrößen sowie ein breites Sortiment an Tüllen- und Unterbaueinheiten bieten für alle Anwendungen die richtige Schnittstelle.



Einfach kontaktieren

Werkzeuglos direkt stecken: Kontakteinsätze mit Push-in-Anschluss bieten einen komfortablen und vibrations-sicheren Leiteranschluss.



Komfortable Bügelverriegelung

Die Bügelverriegelung lässt sich schnell und einfach manuell betätigen. Gehäuse mit Längsverriegelungsbügel können Sie dicht in Längsrichtung anreihen. Querbügel lassen sich seitlich platzsparend aufbauen.



Verschiedene Abgangsrichtungen

Wählen Sie je nach Anforderung aus unserem breiten Gehäuseprogramm. Wir bieten Ihnen Tüllengehäuse mit geradem oder seitlichem Kabelabgang für die gängigen metrischen und Pg-Gewindegrößen.

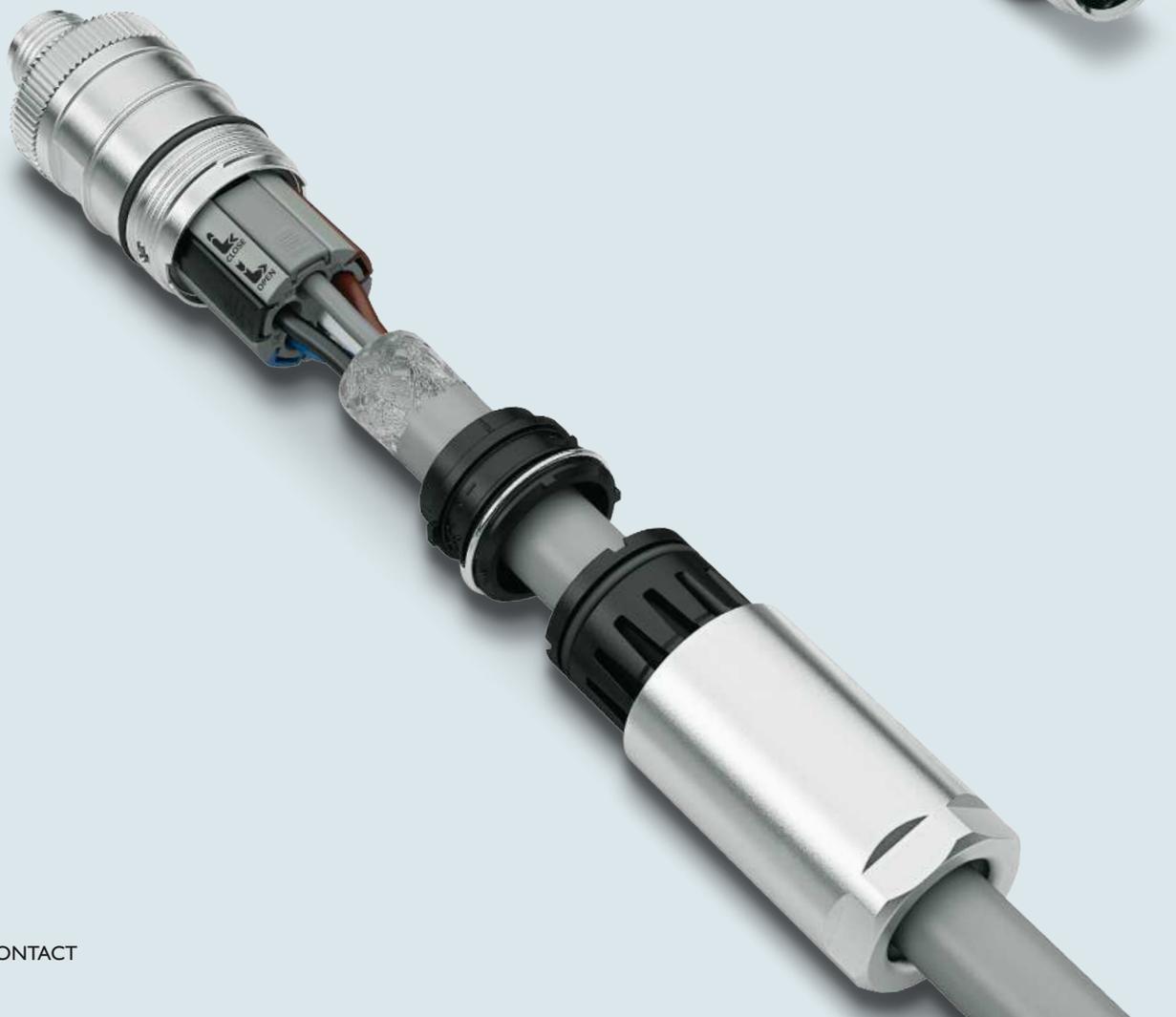
Rundsteckverbinder und Kabel

Zuverlässig im Feld

Stellen Sie den Betrieb Ihrer Anlagen sicher: Wir bieten Ihnen durchgängige Lösungen für den Anschluss von Sensoren und Aktoren. Egal, ob Standardanwendungen, Verkabelungen in anspruchsvollen Branchen oder speziellen Applikationen.

Zuverlässige und innovative Schirmkonzepte garantieren dabei die sichere Signal-, Daten- und Leistungsübertragung.

 Webcode: [#2253](#)





Advanced Shielding Technology ¹

Designed by PHOENIX CONTACT

Advanced Shielding Technology

Das innovative Schirmkonzept für konfektionierte Kabel garantiert eine absolut sichere Schirmanbindung. Flüssiges Metall schließt den Kabelschirm beim Herstellungsprozess vollständig ein und sorgt für eine großflächige und lückenlose Verbindung von Schirmgeflecht und Stecker.

- Schock- und Vibrationssicher
- Widerstandsfähig gegen transiente Überspannungen sowie Blitzströme bis 20 kA
- Zukunftsfähige Highspeed-Datenübertragung bis 40 GBit/s



QR-Code scannen und Video anschauen



Einfache Konfektionierung

Verdrahten Sie starre und vorbehandelte Leiter einfach und werkzeuglos mit Push-in-Anschlusstechnik. Die farbliche und numerische Kodierung im Anschlussbereich erleichtert die Zuordnung.



Sicherer und zuverlässiger Betrieb

Die langzeitstabile, vibrationsfeste PE- und Schirmanbindung bei konfektionierbaren Steckverbindern schützt vor Stromschlägen und sorgt für eine geringe Erwärmung im Kurzschlussfall.



Flexible Verkabelung

Bündeln und verteilen Sie einfach Signale und Leistung. Geschirmte Verteilerboxen und Verteiler ermöglichen die effiziente und modulare Verkabelung.

Ihr Partner vor Ort

Phoenix Contact ist ein weltweit agierender Marktführer mit Unternehmenszentrale in Deutschland. Die Unternehmensgruppe steht für zukunftsweisende Produkte und Lösungen für die umfassende Elektrifizierung, Vernetzung und Automatisierung aller Sektoren von Wirtschaft und Infrastruktur. Ein globales Netzwerk garantiert die wichtige Nähe zum Kunden.

Ihren lokalen Partner finden Sie auf
phoenixcontact.com

