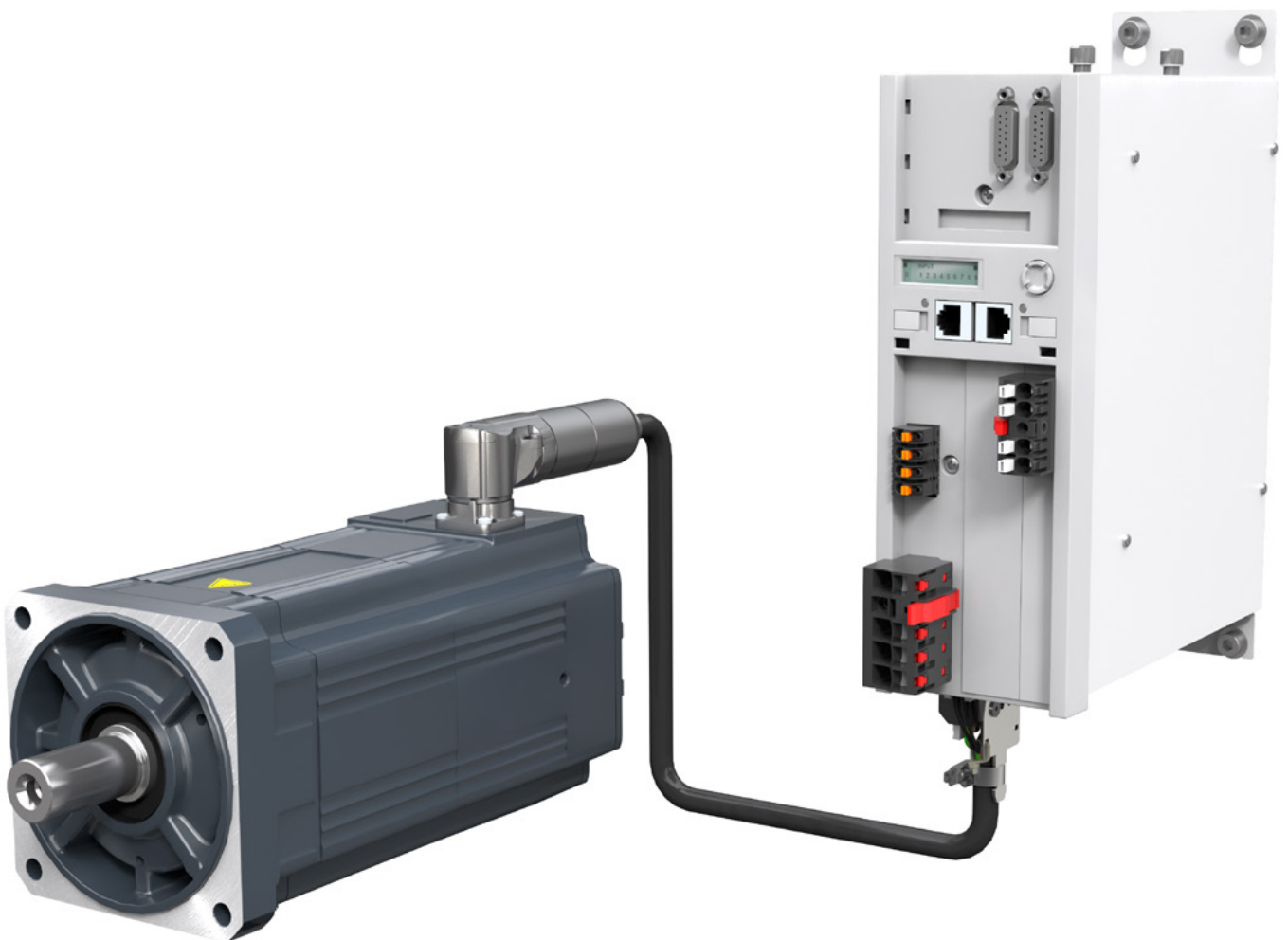


Hybrid-Steckverbinder für die Einkabelschnittstelle zwischen Antrieb und Motor mit Encoder

Zum Beispiel basierend auf HIPERFACE DSL[®] oder SCS open link

Whitepaper



Inhaltsverzeichnis

- 1** Einleitung

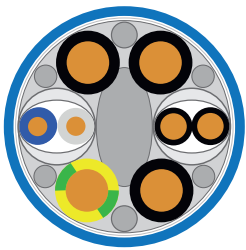
- 2** Einfache Geräteintegration von Steckverbindern für Einkabelschnittstellen

- 3** Praxisbeispiel IP20-Steckverbinder und Anwendungsempfehlungen

- 4** Hybrid-Steckverbinder von Weidmüller

1. Einleitung

Noch vor rund fünf Jahren waren ein Motor mit Encoder und der zugehörige Antrieb (hier als Oberbegriff für Antriebssteuerung, Drive, Servo-Regler, Servo-Drive, Frequenzumrichter usw. verwendet) in aller Regel mit zwei Kabeln verbunden. So ließen sich Daten und Energie zuverlässig trennen. Dies war jedoch mit einem erhöhten Platz- und Materialbedarf sowie einigem Mehraufwand bei der Fertigung und Installation verbunden. Die wirtschaftlichere Alternative sind Einkabelinstallationen. Diese Entwicklung wurde auch durch die auf dem RS485-Übertragungsstandard basierenden Protokolle HIPERFACE DSL® und SCS open link vorangetrieben. Über diese offenen, nicht proprietären Protokolle wird das Motor-Feedback (Encoder-Signal) übertragen. Die Kabelhersteller entwickelten passende hybride Schirm-in-Schirm-Motorkabel mit einem äußeren und mehreren innen liegenden Schirmen.



Beispiel eines typischen Kabelaufbaus für Einkabelschnittstellen

Es ist konsequent, dass ein Kabel auch mit einem einzigen Steckverbinder bzw. Anschluss jeweils am Motor und am Antrieb versehen ist. Auf der Motorseite haben sich M23-Rundsteckverbinder bewährt. Anders auf der Antriebsseite. Bisher wird das Kabel hier oft noch auf zwei Steckverbinder gesplittet. Die konsequente Lösung sind natürlich auch hier Hybrid-Steckverbinder. Deren Entwicklung und Installation erfordern Sorgfalt und Know-how. Wie bei jeder geschirmten Verbindung sind die Schnittstellen, wie Schirmauflagen, Anschlussklemmen und Übergänge zwischen Steckverbinder und Gehäuse, die neuralgischen Punkte. Außerdem ist der Abstand zwischen Energie- und Datenleitungen im Hybrid-Stecker naturgemäß viel kleiner als bei getrennter Führung. Da die physikalische Ausführung nicht genormt ist, müssen die Hersteller der Antriebe hierfür eigene Standards entwickeln. Mit der Auswahl des richtigen Steckverbinders und der Integration in den Geräteaufbau eines Antriebs lässt sich jedoch eine zuverlässige und robuste Verbindung sicherstellen. Hierbei soll dieses Whitepaper unterstützen.



Einkabellösungen zwischen Motoren und zu Antriebsregler, realisiert mit M23-Rundsteckverbindern und einem Hybrid-Steckverbinder als effiziente und platzsparende Geräteschnittstelle.

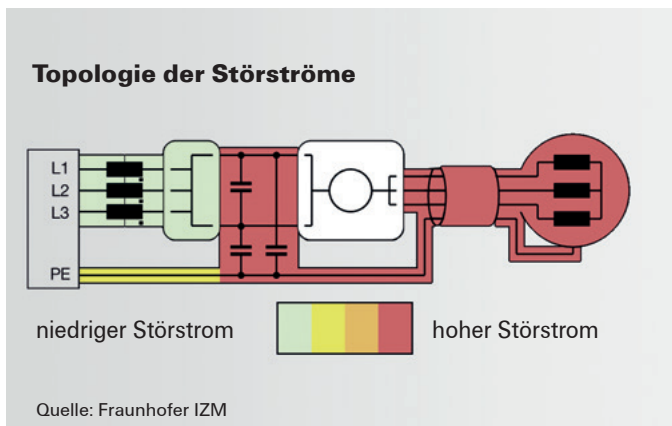
2. Einfache Geräteintegration von Steckverbindern für Einkabelschnittstellen

Wie bereits ausgeführt, sind Schnittstellen wie Steckverbinder und Anschlussklemmen die kritischen Punkte bei der geschirmten Verbindung zwischen Antrieb und Motor mit Encoder. Deshalb ist es sinnvoll, die Verbindungsleitungen möglichst ununterbrochen auszuführen und die Anzahl der Schnittstellen auf die Anbindung am Antrieb und Motor mit Encoder zu beschränken. Somit zeigt sich eine Umsetzung mit nur einem Kabel und jeweils einem Steckverbinder am Motor/Encoder und am Antrieb als ideal. Am Motor werden hierfür häufig Rund- oder Rechtecksteckverbinder mit komplett umlaufendem Metallgehäuse verwendet, was in Bezug auf die EMV-Schirmung optimal ist.



Verbindungskabel zwischen Motor und Antrieb,
links der Motoranschluss, rechts der Steckverbinder für den Antrieb

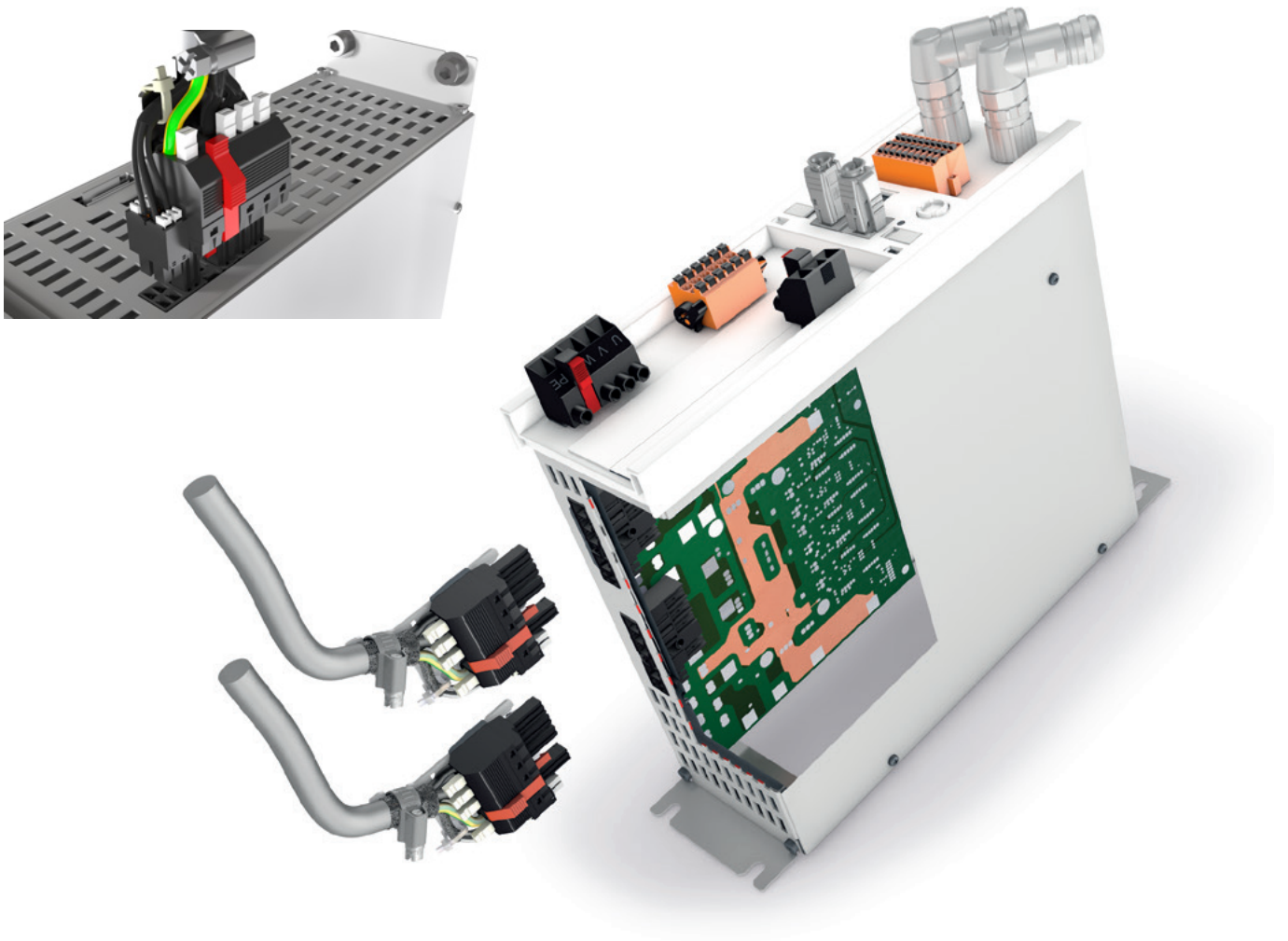
Bei der Auslegung und Verwendung von Steckverbindern oder Anschlussklemmen bei im Schaltschrank verbauten Antrieben (IP20-Umgebung) sollten hingegen einige weitere wichtige Punkte beachtet werden. Denn hier werden schon aus Kostengründen keine Steckverbinder mit Metallgehäuse, sondern Klemmen ohne Gehäuse verwendet, die eher Reihenklammen als klassischen Steckverbindern ähneln. Deshalb muss die Schirmung besonders sorgfältig ausgeführt werden. Eine durchgängige und unbeschädigte Schirmung der Kabel und die zuverlässige Kontaktierung an Steckverbindern sind entscheidend, um negative Einflüsse der Motorleistungskontakte und Störquellen aus der Umgebung (vgl. Darstellung der möglichen Störströme) auf die Encoder-Leitung zu vermeiden. Dies ist deshalb so wichtig, weil sich EMV-Fehler zwar leicht analysieren, aber nur schwer lokalisieren lassen. Ein Kurzschluss, Wackelkontakt oder ein Leiterbruch lassen sich eingrenzen und durch Messung und/oder mechanische Betätigung verifizieren. Anders bei Schirmungsfehlern. Bei einem Schirm ist es schon schwierig, den Übergangswiderstand an einer Kontaktstelle zu bestimmen. Speziell bei Hybrid-Verbindungen sind die einzelnen Schirme nicht nur beidseitig aufgelegt, sondern auch untereinander auf ein gemeinsames Potenzial gelegt. Damit ist es selbst bei gezogenen Steckverbindern schwierig, den Übergangswiderstand einer Verbindung zu messen. Aber selbst wenn dieser niederohmig ist, lässt dies keine abschließende Beurteilung der Abschirmwirkung zu. Möglicherweise ist der Schirm nicht nah genug an die Anschlussstelle geführt. Ein entscheidender Faktor ist somit die konstruktive Ausführung des Schirmanschlusses durch den Hersteller. Die schlechteste Abschirmung erzielen sogenannte „Pigtails“. Hierbei wird der Schirm verdrillt und das so entstandene Bündel punktförmig per Klemme oder Lötflanke befestigt. Deshalb muss der Hersteller des Steckverbinders die Schirmauflage so gestalten, dass der Schirm großflächig und möglichst über den gesamten Umfang kontaktiert wird und bis unmittelbar vor die Anschlussklemmen reicht. Bei Schirm-in-Schirm-Leitungen muss für jeden Schirm eine separate Auflage vorhanden sein.



Topologie der Störströme, Quelle: Fraunhofer IZM

Zusammengefasst lassen sich folgende Empfehlungen für die Auswahl und Integration von Steckverbindern für im Schaltschrank verbaute Antriebe machen:

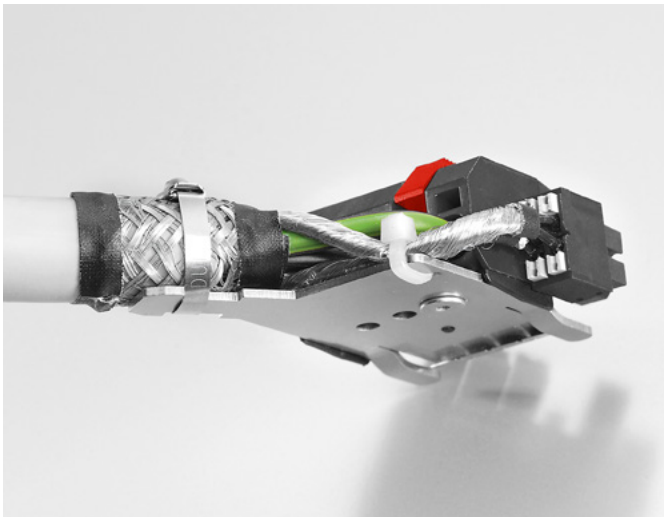
- Eine symmetrische Anordnung der verschiedenen Leitungen und der Kontakte des Steckverbinders ist zu beachten. Elektromagnetische Felder werden in benachbarten Leitern am besten kompensiert, das heißt, es gibt weniger EMV-Störungen.
- Sogenannte „Pigtails“, also die Zusammendrillung und punktartige Kontaktierung des Schirms, sind zu vermeiden.
- Die Schirmung der Daten- und Motorleitungen sollte so lange wie möglich getrennt ausgeführt sein.
- Der Anschluss der Schirmung sollte zuverlässig und möglichst niederohmig ausgeführt sein. Insbesondere direkt am Steckverbinder befestigte steckbare EMV-Schirmauflagen mit einer großflächigen Kontaktierung zum Gerät haben sich hierbei als vorteilhaft erwiesen.
- Die ungeschirmte Strecke bei Anschluss der Leitungen sollte so kurz wie möglich sein, idealerweise unter 30 mm, und bei der Encoder-Datenleitung so lange wie möglich als verdrehte (twisted) Leitung ausgeführt sein.
- Ein größtmöglicher Abstand zwischen Motorleistungskontakten und Encoder-Datenschnittstelle sollte realisiert werden. Idealerweise lässt sich dies über die Anordnung von PE-Kontakt und zusätzlichen Befestigungspunkten wie sogenannten Mittelflanschen zwischen Motoranschluss und Datenschnittstelle am Steckverbinder erreichen.



Beispiel eines Hybrid-Steckverbinders an einem Antrieb, bei welchem die Anordnung von PE-Kontakt und rotem Verrieglungsflansch so ausgelegt wurde, dass ein möglichst großer Abstand zwischen Motor- und Encoder-Anschluss gewährleistet ist.

3. Praxisbeispiel IP20-Steckverbinder und Anwendungsempfehlungen

Wie eingangs beschrieben, findet die Einkabelschnittstelle – und in der Folge auch die Einsteckverbinderlösung – eine stetig wachsende Akzeptanz. Die Vorteile, wie geringer Installationsaufwand und kompakte Bauform, sind wirtschaftlich und technisch überzeugend. Ist der Steckverbinder richtig konstruiert, ergibt sich praktisch zwangsläufig eine ideale Kombination aus Handhabung und Zuverlässigkeit. Die technischen Grundlagen wurden im vorigen Abschnitt beschrieben. Dieser Abschnitt behandelt die praktische Umsetzung in Form eines Hybrid-Steckverbinders. Ein wesentlicher Schutz gegen EMV-Probleme ist ein möglichst großer Abstand zwischen Motor- und Encoder-Anschluss. Dies erreicht man, indem man alle „neutralen“ Elemente wie PE-Kontakt und Verriegelungsflansch mittig positioniert. Seitlich angeordnete, symmetrische Daten-/Signalkontakte eignen sich sowohl für den Encoder-Anschluss als auch für die Einbindung der DC-Bremse in die Einkabel-/Einsteckverbinderschnittstelle.



Beispiel eines in der Praxis bewährten Anschlusses der Schirmung an einer Einkabel- und Einsteckverbinderlösung an einem Antrieb.

Ein weiteres wichtiges Kriterium für eine zuverlässige Funktion der Einkabelschnittstelle mit einem Hybrid-Steckverbinder ist eine niederohmige Anbindung des Kabelschirms an das Gerät. Hierbei zeigt sich ein am Steckverbinder angebundenes Schirmblech mit steckbarer Federkontaktierung zum Gerät als besonders vorteilhaft. Eine federnde Ausführung sorgt für eine dauerhafte und vibrations sichere Schirmanbindung zum Gerät und ermöglicht den getrennten Anschluss des Schirmgeflechts der Leistungs- und Encoder-Leiter. Der richtige Schirmanschluss ist bei der Hybrid-Technik absolut unverzichtbar. Der folgende Abschnitt geht deshalb noch einmal detailliert auf die Hintergründe ein.

Kabelanschluss und Kopplungswiderstand nach VG 95373-41 des Schirmblechanschlusses

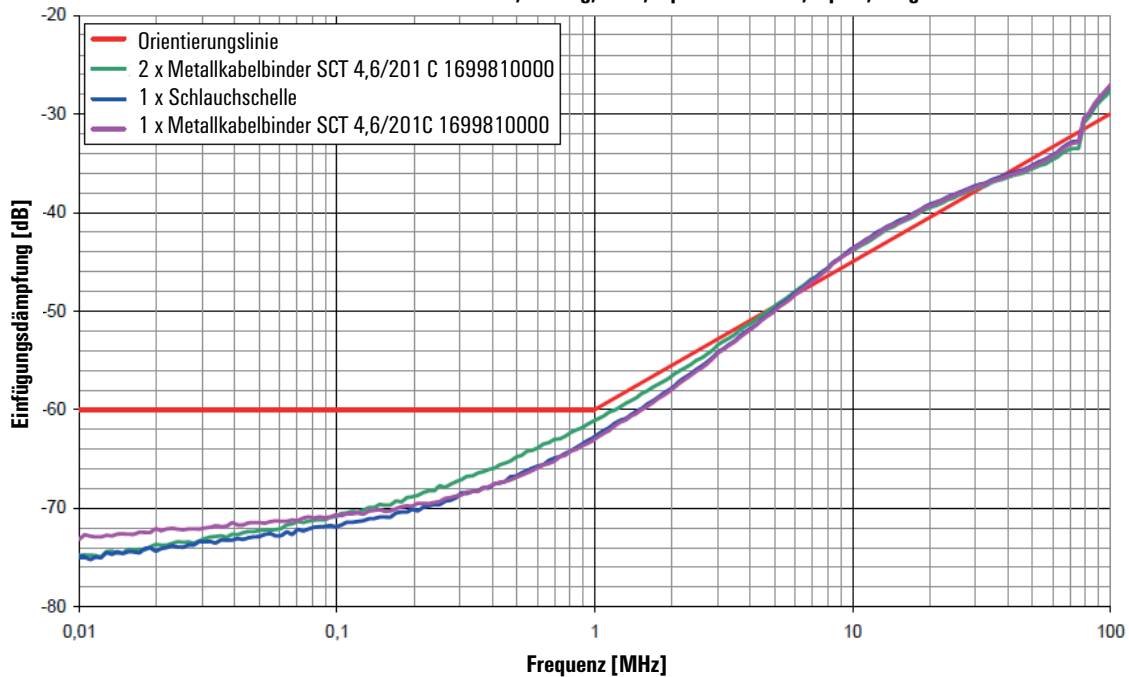
Der Anschluss des Kabelschirms an das Schirmblech erfolgt in der Regel mittels handelsüblicher Schlauchschellen oder Edelstahlkabelbinder. Beide liefern gute Ergebnisse, wie die folgenden Tests zeigen.

Es gibt mehrere Messmethoden für die Beurteilung der Wirksamkeit eines Kabelschirms. Eines dieser Verfahren ist das hier verwendete Messverfahren KS 04 B aus VG 95373-41 „Elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten – Messverfahren für geschirmte Kabel und schirmende Kabelschutzschläuche“. Dieses Verfahren ermöglicht es, sowohl die Qualität des Schirms zu beurteilen als auch den Einfluss der Kontaktierungsstellen des Schirmgeflechts sowie der Buchsen und Stecker darzustellen. Es wird dabei eine normierte Prüflängslänge von 1 Meter verwendet. Dieser Umstand und die Tatsache, dass dieses Verfahren in einem 50-Ohm-System durchgeführt wird ohne Rücksicht auf die tatsächlichen Leitungsimpedanzen, führen zu charakteristischen Resonanzerscheinungen. Das Messverfahren liefert daher nur sinnvolle Messergebnisse bis zu einer Frequenz von max. 30 bis 100 MHz, ist aber besonders gut geeignet, die Wirksamkeit verschiedener Schirme und Schirmkontaktierungsverfahren vergleichend zu beurteilen.

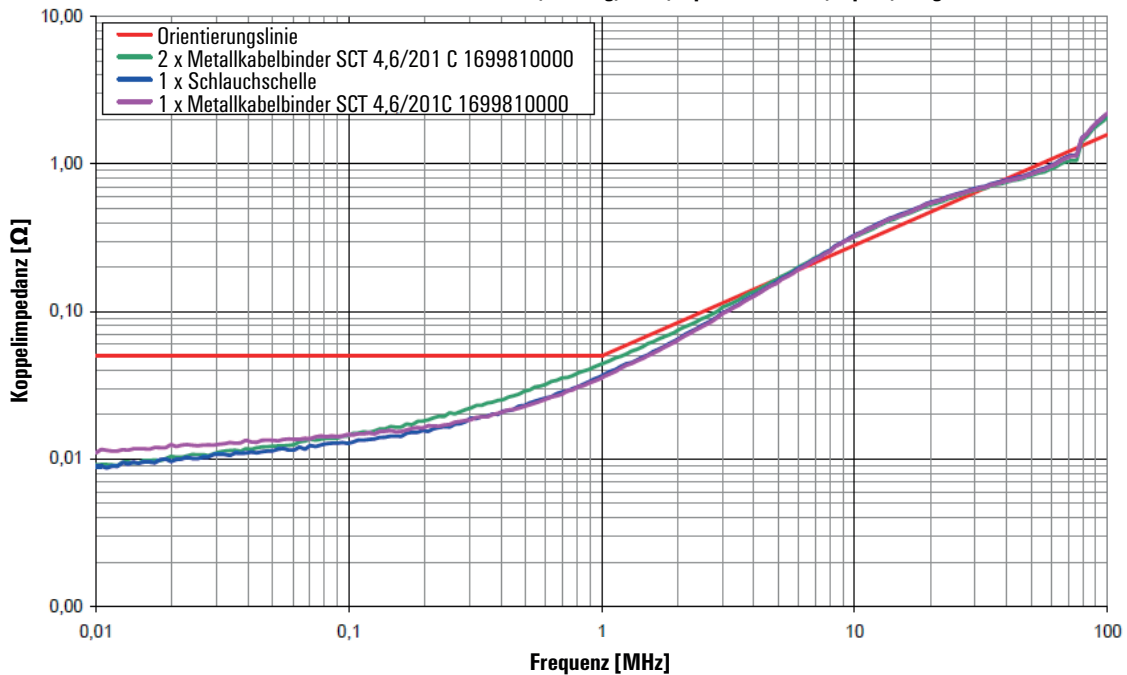


Verschiedene Anbindungen des Kabelschirms an den Steckverbinder

Einfügedämpfung nach VG95373-41 KS04B
Schirmblech mit Federkontaktleiste, Leitung, 4 x 2,5 qmm + 2 x 2 x 1,0 qmm, Länge 1 m



Koppelimpedanz nach VG95373-41 KS04B
Schirmblech mit Federkontaktleiste, Leitung, 4 x 2,5 qmm + 2 x 2 x 1,0 qmm, Länge 1 m



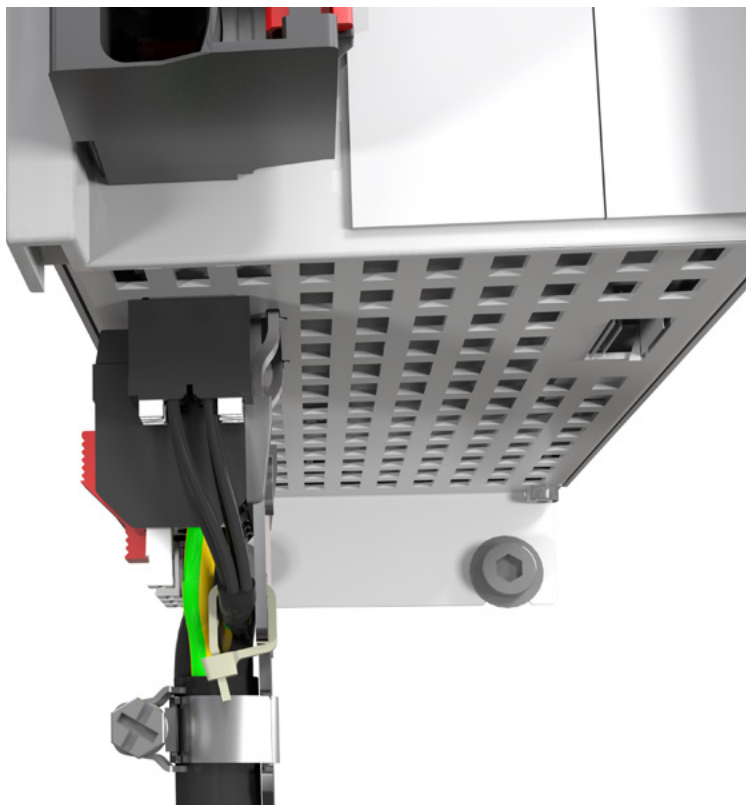
Grundsätzlich weisen die verschiedenen untersuchten Schirmanschlussmöglichkeiten keine entscheidenden Unterschiede auf. Im Wesentlichen wird die Koppelimpedanz durch die Geometrie der Konstruktion des Schirmanschlussblechs bestimmt. Die im Diagramm eingefügte Orientierungslinie repräsentiert praxisnahe Werte und zeigt die Wirksamkeit der verschiedenen Schirmanschlussmöglichkeiten und der Anbindung des Schirmblechs an ein Gerät.

Integrationsbeispiele eines Steckverbinders mit steckbarem Abschirmblech in einen IP20-Antrieb

Ein steckbares Abschirmblech lässt sich auf verschiedene Weise in einen Antrieb integrieren. Hierbei hat sich in der Praxis die möglichst großflächige Kontaktierung eines Metallgehäuses oder eines leitfähigen Metallkühlkörpers bewährt. Aber auch die direkte Kontaktierung der Leiterplatte und Ableitung des Schirms über Leiterbahnen bei entsprechendem Design sind möglich.



Kontaktierung der Leiterplatte mit der Schirmauflage



Kontaktierung eines Metallgerätegehäuses oder Aluminiumdruckguss-Kühlkörpers

4. Hybrid-Steckverbinder von Weidmüller

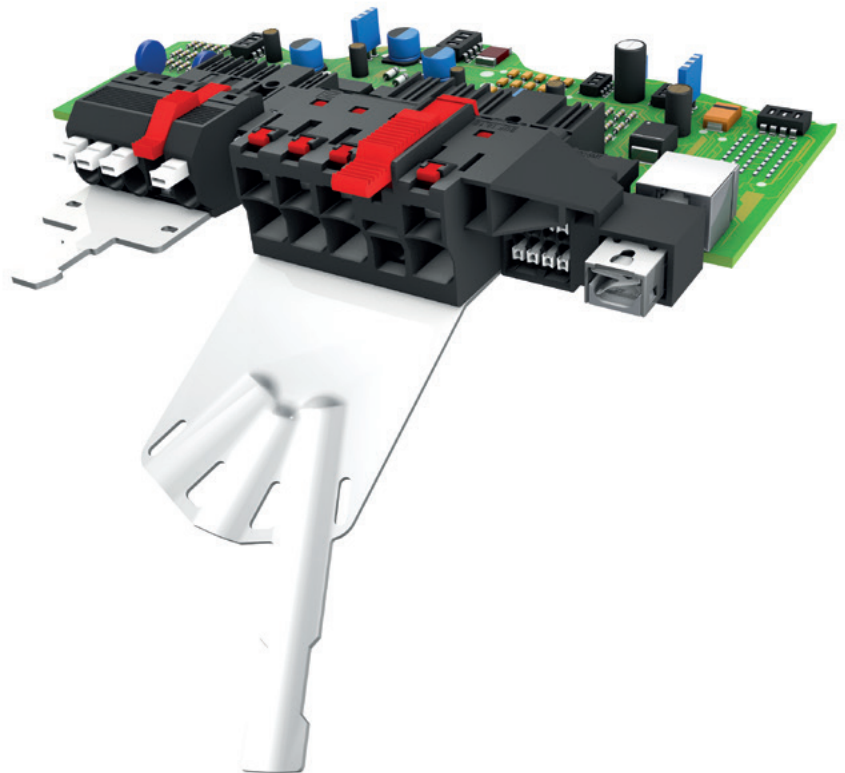
OMNIMATE®-Hybrid-Steckverbinder für Einkabelschnittstellen an Antrieben, zum Beispiel mit HIPERFACE DSL® oder SCS open link

Weidmüller hat einen Hybrid-Steckverbinder entwickelt, der alle oben beschriebenen Kriterien und Anforderungen erfüllt. Der hybride Motorsteckverbinder verbindet gleichzeitig Energie, Signale plus steckbare EMV-Schirmauflage und spart so Platz auf der Leiterplatte, an der Gehäuseaußenseite und im Schaltschrank. Das Schirmblech bietet Befestigungsmöglichkeiten für den äußeren und die inneren Schirme. Diese sind so angeordnet, dass das Schirmgeflecht bis kurz vor die Leiteranschlüsse geführt werden kann. Die steckbare hybride Schirmauflage sorgt mit speziellem EMV-Federkontaktband für eine großflächige, dauerhafte und vibrations sichere Schirmanbindung zum Gehäuse, zum Aluminiumdruckguss-Kühlkörper oder zu entsprechenden Pads auf der Leiterplatte. Dies lässt den Entwicklern des Antriebs maximale Freiheiten. Egal, ob sie sich für ein Metallgehäuse oder für Kunststoff entscheiden, der Steckverbinder findet immer sicheren Kontakt. Durch seine federnden Eigenschaften muss die Kontaktauflage am Gerät keine besonderen Eigenschaften aufweisen. Das Schirmblech gleicht Vibrationen oder Temperaturschwankungen selbstständig aus. Damit schaltet es die besonders schwer zu lokalisierende Fehlerquelle „EMV“ aus.

Auch sonst sorgt der Steckverbinder für einen problemlosen Anschluss. Weidmüller hat die herkömmlichen Außenflansche durch einen Mittelflansch ersetzt, sodass der Abstand zwischen den einzelnen Leitungen trotz kompakter Bauform maximal bleibt. Die selbstverrastende Einhandverriegelung reduziert die Installations- und Wartungszeit durch einen einzigen Steckvorgang. Sie ist auch bei schwierigen Einbauverhältnissen leicht und ohne Fehlbedienungsrisiko zu betätigen und automatisch sicher verriegelt. Die Schirmblechgeometrie verringert durch eine schlanke 30-Grad-Leitungsführung den Platzbedarf zwischen den Reihen um bis zu 100 mm.

Der Steckverbinder entspricht der Schutzklasse IP20 und ist damit fingersicher. Zwar ist bei Arbeiten im Schaltschrank grundsätzlich auf Spannungsfreiheit zu achten. Die Antriebe weisen jedoch konstruktionsbedingt hohe Kapazitäten auf. Selbst wenn der Schrank spannungsfrei geschaltet ist, muss der Bediener eigentlich noch mehrere Minuten warten, bis sich diese Kapazitäten entladen haben. In der Praxis wird dies oft vergessen oder vernachlässigt, besonders wenn bei einem Defekt ein Gerät rasch getauscht werden muss. Korrekt verdrahtet, bietet der Steckverbinder von Weidmüller auch hier zuverlässigen Berührungsschutz. Trotzdem erkennt der Anwender dank der offenen Bauweise sofort, ob alle Leiter korrekt angeschlossen und unbeschädigt sind.

Mit dem OMNIMATE®-Hybrid-Steckverbinder bietet Weidmüller einen Leistungssteckverbinder, der den Entwicklern der Antriebe alle Optionen beim Gerätedesign bietet, der die Konfektionierung von Hybrid-Kabeln so einfach wie nur möglich gestaltet und der vom Anwender fehlersicher und leicht bedient werden kann.



Informationen und Best Practices zur Umsetzung Ihrer Projekte

Als Experte für Geräteanschlusstechnik teilen wir unsere Expertise gerne. Informieren Sie sich auch in unseren anderen Whitepapers unter anderem zu folgenden Themen:

- PUSH IN-Anschlusstechnologie
- Geräteauslegung nach UL 600
- Auslegung von Anschlusstechnik und Leiterplatte bei Motorsteuerungen
- Integration von Geräteanschlusstechnik in den SMT-Prozess

www.weidmueller.de/whitepaper

Weiterführende Informationen zum OMNIMATE®-Produktspektrum, zu den zugehörigen Design-In-Services sowie eine applikationsorientierte Produktauswahlhilfe finden Sie unter:

www.weidmueller.de/omnimate

Rene Arntzen

Autor des Whitepapers

René Arntzen (geb. 1985) begann seine Laufbahn nach Abschluss des Wirtschaftsingenieurstudiums als Produktmanager bei der Weidmüller Gruppe. Seit 2011 verantwortet er die Produktfamilie der Leistungssteckverbinder für Gerätehersteller. Vor seinem Studium absolvierte er eine Berufsausbildung zum Elektromaschinenbauer und arbeitete auch während seines Studiums in der Elektroinstandhaltung. Hierbei konnte er praktische Erfahrungen in der Anwendung von elektrischer Verbindungstechnik sammeln und vertiefen.



Kontakt: PCB.components@weidmueller.com

Weidmüller Interface GmbH & Co. KG
Klingenbergstraße 26
32758 Detmold, Germany
T +49 5231 14-0
F +49 5231 14-292083
www.weidmueller.de

Persönlichen Support
finden Sie im Internet unter:
www.weidmueller.de/kontakt

Technische Änderungen vorbehalten 08/2021